



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE NANCY II
LABORATOIRE DE GEOGRAPHIE PHYSIQUE

**RESSOURCE EN EAU ET AMENAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE
DANS LA REGION DE BISKRA "ZIBAN" [ALGERIE]**

THESE DE DOCTORAT

"EAU ET AMENAGEMENT"

Présentée par :

Salah AIDAOUI

Directeur de recherche :

Jean-Claude BONNEFONT
Michel SARY



ANNEE - 1994

A la mémoire de :

- mon Père
- mon Frère

I N T R O D U C T I O N

Dans une région, qui reçoit moins de 150 mm de pluies annuelles, alors qu'une culture pérenne des palmiers dattiers par exemple, nécessite de 1500 mm à 2000 mm d'arrosage, la question des ressources en eau conditionne toutes les autres.

Ainsi, notre région située au pied de l'ATLAS SAHARIEN, s'étend de part et d'autre de BISKRA; les ZIBANS correspondent à un secteur de piémont de 130 km de long d'Ouest en Est, sur 40 km de large qui est limité :

- * au nord, par les monts du ZAB et des AURES;
- * au sud, par la dépression du CHOTT MELRHIR;

La zone d'étude, est limitée par l'oued Biraz à l'est et par le plateau de Doucen à l'ouest.

Au centre de la région, BISKRA centralise toutes les activités et joue un rôle de relais, entre les étendues sahariennes et la montagne atlasique.

La région d'étude regroupe les palmeraies, du ZAB GHERBI à l'ouest de BISKRA et les palmeraies du ZAB CHERGUI à l'est. Les palmeraies des ZIBANS font partie d'un sous-bassin hydrologique (oued DJEDI-BISKRA N°14, carte situation).

Les oasis du ZAB GHERBI, sont réparties en deux lignes de palmeraies alignées parallèlement au rebord montagneux:

- * une ligne de palmeraies de FOUGHALA à AIN BEN NAOUI, au pied même des petits massifs du ZAB (1).

(1) Les palmeraies sont: FOUGHALA, TOLGA, FERFFAR, EL-BORDJ, BOUCHAGROUN, LICHANA, HADJEB et AIN BEN NAOUI.

* une ligne de palmeraies, au sud de la précédente, s'étend de LIOUA jusqu'à OUMACHE à proximité de l'axe de l'oued DJEDI (1).

Les palmeraies du ZAB GHERBI, ont une superficie de 20.000 ha irriguées avec un débit disponible de 4,05 m³/s environ.

Les palmeraies du ZAB CHERGUI, situées à l'est de BISKRA, comme SIDI OKBA ou le périmètre du barrage de Foum el-Gherza constituent un important centre de culture. Le périmètre d'irrigation regroupe quatre palmeraies : SIDI OKBA, TEHOUDA, SERIANA et GARTA.

Situées au-delà, de l'isohyète moins de 200 mm/an, les palmeraies des ZIBANS ne peuvent connaître que des cultures irriguées, donc seule l'irrigation permet l'existence des oasis, où l'intervention humaine est bien marquée. Les oasis des ZIBANS sont connues particulièrement par leur palmeraies productives des dattes de qualité, grâce à l'exploitation des eaux souterraines, qui ont rendu possible la constitution d'un espace agricole.

Les palmeraies des ZIBANS, se trouvent au-dessus d'un immense bassin hydrogéologique, particulièrement bien doté en formations perméables autorisant la circulation souterraine des eaux ; les unes surmontées de terrains imperméables permettent l'existence des nappes captives, tandis que les autres, situées au sommet des dépôts sous couvertures étanches, peuvent recéler des nappes phréatiques.

(1) Les palmeraies sont: OUMACHE, M'LILI, OURLAL, SAHIRA, ..et LIOUA.

La ceinture de reliefs entourant la cuvette crée en outre, des possibilités d'écoulements superficiels. Les possibilités hydrauliques sont donc nombreuses, avec une gamme très variée de modes d'utilisation de l'eau pour l'agriculture, dans les ZIBANS comme dans le BAS-SAHARA Algérien.

Ces oasis subsistent depuis longtemps, grâce à l'existence d'un débit très important, qui est suffisant pour la région, mais la distribution de l'eau et le système d'irrigation, demeurent toujours le problème pour les palmeraies. Cette richesse en eau, a permis une concentration humaine relative dans cette région aride, dont le but est d'exploiter les palmiers dattiers, qui sont le produit de base de l'économie, le mieux adapté aux conditions climatiques.

Région géographique certes, mais également entité économique, alors que le reste du pays est le théâtre de profondes mutations, déséquilibre structural, faiblesse de la production de subsistance, exode rural et le mode de vie apparaissent ici figés; les ZIBANS restent une région particulièrement déshéritée, s'intégrant mal à l'ensemble économique national. Malgré des bonnes productions de dattes de qualité, ne réussissant pas à émerger d'une situation de crise chronique qui se manifeste à différents niveaux :

Crise hydraulique : manque d'entretien des puits artésiens qui exigerait une main-d'oeuvre quasi servile qui n'existe plus. Le curage des canaux d'irrigation (Séguia) et de drainage est fait de moins en moins faute de bras.

Les palmeraies de SIDI OKBA sont menacées par la sécheresse, car le barrage ne répond plus aux besoins des palmiers; par ailleurs, on note le rabattement de la nappe phréatique dans le ZAB GHERBI et la remontée du sel.

La crise est aussi agronomique : la crise de l'équilibre hydraulique entraîne une détérioration du milieu et du potentiel productif. Les palmeraies, trop peu irriguées, deviennent inproductives. Le manque de main-d'oeuvre y contribue aussi; raréfaction des façons culturales (manque de fumure par exemple). Les palmeraies sont menacés par la maladie "Bayoud".

Crise sociale : exode rural (agricole), les Khammès (1) ont quitté les palmeraies, en grand nombre pour bénéficier de revenus plus élevés et plus stables. Même les jeunes ont quitté les palmeraies en raison d'une carence de l'emploi, ils ne veulent plus travailler dans les palmeraies (activités pénibles et surtout saisonnières).

L'Urbanisation, le développement du secteur tertiaire, la création d'emplois nouveaux, l'essor des échanges enfin ont amplifié le processus au point de drainer une part de plus en plus grande de la main d'oeuvre agricole.

Ainsi, notre étude comporte les parties suivantes :

* une première partie ; où sont traités les conditions physiques, climatiques et les caractères socio-économiques ou les potentialités humaines et économiques de la région de Biskra.

(1) le KHAMMES est un métayer qui reçoit 1/5 des produits du palmier (dattes).

Cette partie s'articule autour des trois chapitres:

* le premier est consacré à des informations relatives aux éléments du substratum dans la région. La connaissance des ces éléments nous permet de saisir leur influence sur les palmeraies (irrigation, mise en valeur des terres agricoles).

* le second chapitre est relatif au climat des ZIBANS et à son influence sur les cultures et les besoins en eau d'irrigation. Nous étudions les éléments du climat; la pluviométrie, la température et d'autres facteurs climatiques (vents, humidité et ..etc).

* le troisième chapitre, est relatif à la potentialité humaine et économique de la région de Biskra.

* une deuxième partie : où sont définies les potentialités hydrauliques de la région, tant souterraines que superficielles, ainsi que leur évolution actuelle et les problèmes posés par leurs exploitations, notamment les ressources souterraines. L'étude des ressources est nécessaire, car les mesures du débit fournissent des informations de base, pour la mise en valeur des terres agricoles dans cette région aride.

* Quand à la troisième partie : elle est consacrée à l'examen de la problématique de l'eau dans l'espace oasien (situation actuelle dans les palmeraies, irrigation et production, etc..). La gravité de la situation est bien marquée par plusieurs faits.

L'accroissement démographique s'est accompagné d'une nouvelle répartition des activités économiques, indiquant un puissant mouvement d'urbanisation et d'industrialisation qui modifie complètement les perspectives agricoles.

Une agriculture encore traditionnelle, dont la subsistance est liée aux conditions climatiques. Les rendements agricoles sont insuffisants.

Le vieillissement des palmeraies, ne favorise guère les rendements élevés : moins de 40 kg par arbre (dattes commercialisées Deglet Nour). On note un manque d'entretien des réseaux d'irrigation (séguia) et de drainage qui sont envahis par des sables.

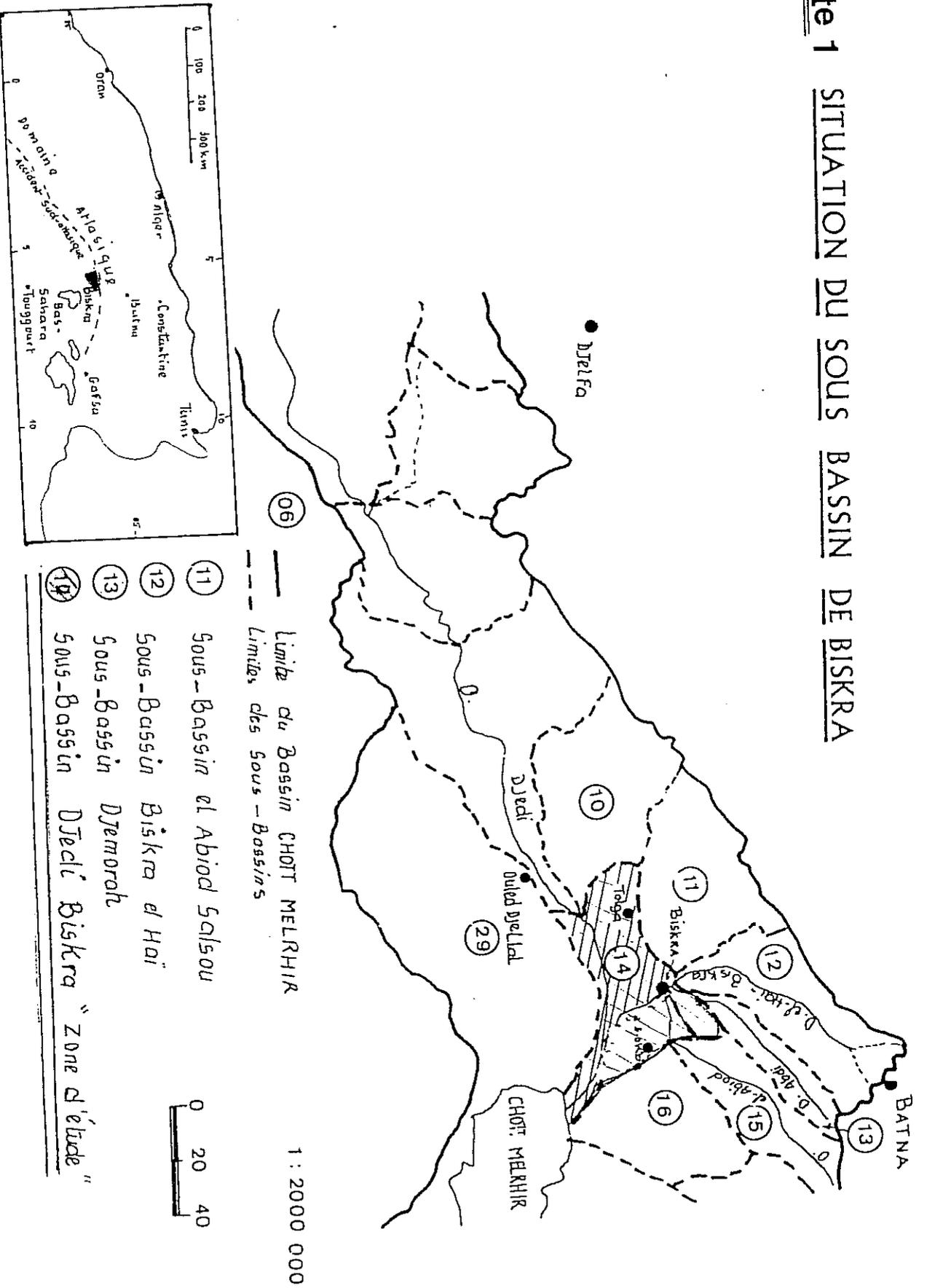
Une question fondamentale se pose; comment dans ces conditions peut-on définir sérieusement une stratégie, qui puisse stopper la régression actuelle et induire un dynamisme de production compatible avec les potentialités réelles de la région ?

Il est important enfin, de proposer des solutions qui permettent d'améliorer cette situation. Ceci doit passer en notre sens par le fait de doter les ZIBANS d'un équipement meilleur permettant de maîtriser tous les paramètres qui composent le climat, l'eau...etc. Il faudra ensuite envisager, des aménagements hydro-agricoles dans le but de réduire les pertes des eaux d'irrigation et de régulariser aussi, la distribution selon la demande des cultures. Cela doit passer par un changement de mentalités des agriculteurs, autrement dit de leurs éducations et de leurs informations.

L'ensemble de la population de la région est peu ouverte à l'économie de marché et il faudra sans doute beaucoup d'efforts pour amener les agriculteurs à remplacer leurs vieux palmiers et à respecter les normes modernes de plantation et l'adaptation des systèmes d'irrigation plus économiques et plus rationnels (ex: goutte à goutte).

Aussi, la présente étude doit être considérée comme une première contribution perfectible pour la connaissance de la région des ZIBANS, qui nous l'espérons, suscitera des critiques constructives et ouvrira la voie à d'autres essais.

carte 1 SITUATION DU SOUS BASSIN DE BISKRA



06 — Limite du Bassin CHOT MELRHIR
 --- Limite des Sous-Bassins

- 11 Sous-Bassin el Abiod Salsou
- 12 Sous-Bassin Biskra el Hai
- 13 Sous-Bassin Djemorah
- 14 Sous-Bassin Djelid Biskra "Zone d'étude"

PREMIERE PARTIE

LES CARACTERES PHYSIQUES ET LES POTENTIALITES
HUMAINES ET ECONOMIQUES
Dans la région de Biskra "ZIBANS"

Dans cette partie seront traitées les conditions physiques et climatiques. La connaissance de ces caractères est d'une importance primordiale, puisque c'est de ces derniers que dépendant en grande partie le comportement d'aménagement hydro-agricole et la mise en valeur des terres agricoles.

Il est indispensable de se mettre ou se remettre en mémoire, les caractères géographiques et climatiques essentiels de cette région. Pour la morphologie, commandée par la stratigraphie, la tectonique et les effets du climat, on constate tout d'abord une juxtaposition de deux domaines différents : le domaine atlasique et le domaine saharien, séparée par l'accident sud atlasique.

L'étude des éléments physiques, morfo-structuraux de la région et du réseau hydrographique qui déterminent la circulation de l'eau et le fonctionnement hydrologique et hydrogéologique des terrains.

Les Zibans sont bordés par les reliefs des Aurès, d'où proviennent souvent, directement ou indirectement, leurs ressources essentielles en eau. Mais, ce n'est là que l'aspect géographique du relief. Il est utile de s'intéresser, aussi à ses aspects géologiques. Puisque la géologie est l'une des bases essentielles de l'inventaire des richesses naturelles de la région. Cette étude est indispensable à la recherche et à l'évaluation des ressources en eau souterraines et de leurs réservoirs, tels que les calcaires et les grès...etc.

Nous examinerons ici, les conditions climatiques et aussi, les potentialités humaines et économiques de la région.

Les facteurs climatiques sont, les plus déterminants des conditions de vie de la région. Du point de vue des températures, précipitations, vents, évaporations et de l'évapotranspirations potentielles qui déterminent les besoins en eau pour l'irrigation.

Sur le plan humain: la population est en majorité formée d'agriculteurs, récemment sédentarisée ; elle ne possède pas de qualification qui lui permettrait d'exercer dans des secteurs autres que l'agriculture et cela explique l'utilisation trop désordonné des ressources en eau. Cette population pratique donc une agriculture traditionnelle peu productive, basée sur l'utilisation des ressources en eau souterraines (culture irriguée).

C H A P I T R E I

LE CONTEXTE GEO-STRUCTURAL DE LA REGION DE BISKRA



Lorsqu'on aborde le SAHARA par le Nord, on est frappé par la brutalité, avec laquelle on quitte le domaine montagneux de l'ATLAS SAHARIEN pour déboucher sur la plateforme saharienne. Le passage entre ces deux ensembles morphologiques se fait par une ligne brutale, formée de longs reliefs sub-verticaux de calcaires blanc, qui marquent la fin de la montagne atlasique et le début de la plateforme saharienne.

La région de BISKRA est donc bordée, au Nord par l'Atlas saharien, qui présente un relief d'orientation sud-ouest et nord-est; l'Atlas saharien est une unité physique; ses divisions transversales sont: les monts des Ksour, des Amour, des Ouled Nail et les monts du Zab-Aurès.

Cette unité physique est décomposée en chaînons dissymétriques isolés, orientés du Sud-Ouest au Nord-Est, avec un versant septentrional terminé par une falaise calcaire ou gréseuse. Ces chaînons sont formés d'anciens anticlinaux de structure simple; ceux-ci n'ayant subi qu'une phase de plissement éocène, puis un soulèvement d'ensemble au Pliocène supérieur (ex : l'Aurès) au-dessus de la plateforme saharienne.

Vers l'Est et le Nord-Est de Biskra, l'Aurès se soulève massivement au-dessus du Bas-sahara. C'est une forte unité physique et un puissant relief. Les sommets, aux formes lourdes, dominent de profondes dépressions orientées du Sud-Ouest au Nord-Est. Ces dépressions sont marquées par la présence de vallées étroites, parfois coupées de gorges, qui montrent une adaptation partielle de l'hydrographie à la structure.

Les altitudes qui peuvent dépasser 2000 mètres à l'Ouest s'abaissent rapidement vers l'Est (à l'exception de l'Aurès: plus 2000 mètres), à moins de 1500 mètres (Dj. Amour), puis moins de 1000 mètres dans les monts du Zab.

Au pied de cette masse montagneuse, se trouve le Bas-sahara. Le contact entre ces deux domaines se fait par l'accident sud-atlasique d'orientation ouest-est.

Le Bas-sahara est, en effet, une vaste plaine de remblaiement qui s'est affaissé lentement depuis le Crétacé supérieur et l'Eocène jusqu'au Quaternaire. Ce bassin est rempli des dépôts tertiaires continentaux post-éocène, constitués par des sables agglomérés et intercalés de couches argileuses et de bancs argilo-sableux.

La cuvette des Chotts est une plaine monotone formée d'argiles salées. C'est une fosse subsidente qui s'est affaissée profondément au pied de l'Aurès; l'épaisseur des sédiments continentaux tertiaires et quaternaires y dépasse localement 1000 mètres.

Il s'agit donc bien, ici, d'une région de contact entre deux domaines morfo-structuraux différents: l'Atlas saharien et le Sahara. Cette situation géographique confère à la région, par le contraste structural et son rôle de transition, une certaine identité géomorphologique assez particulière.

I- UN CADRE LITHOSTRUCTURAL CONTRASTE

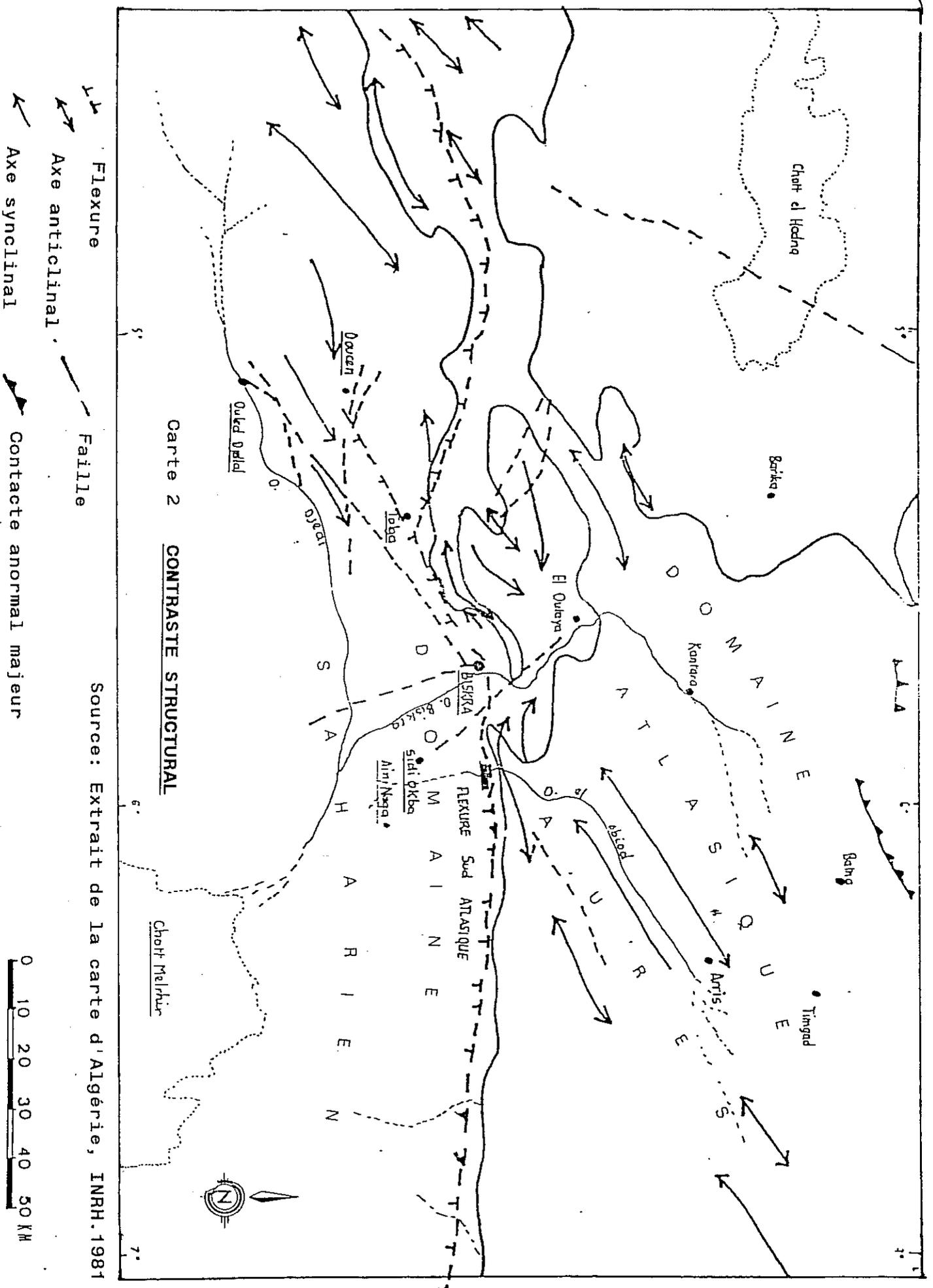
La géographie est l'étude des types d'organisation des espaces naturels par les sociétés humaines. Le contact entre l'Atlas saharien et le Bas-sahara, offre l'occasion d'observation particulièrement frappantes; par l'accident sud-atlasique (1), qui met en contact deux domaines, nettement différents, tant par leur aspects physiques au leur aspects géomorphologiques, que par leurs conditions climatiques: c'est le domaine atlasique du Nord et le domaine saharien du Sud.

A- LE DOMAINE ATLASIQUE

Le domaine atlasique s'étend du Nord-Est au Sud-Ouest. Il se caractérise par des reliefs énormes, formés de plusieurs massifs: les monts des Ouled Nail, les monts du Zab et le massif de l'Aurès. l'Atlas saharien se forme vers l'Ouest par le rassablement des chaînons de hautes plaines, il présente jusqu'à l'Aurès une grande unité physique, décomposent en chaînons isolés et orientés du Sud-Ouest au Nord-Est. Ils sont formés d'anciens anticlinaux ou synclinaux de structure simple, n'ayant subi que la phase de plissement éocène, puis le soulèvement d'ensemble du Pliocène supérieur au-dessus de la plateforme saharienne.

De l'Ouest vers l'Est, les affleurements géologiques montrent des terrains sédimentaires de plus en plus jeunes d'âge jurassique à tertiaire.

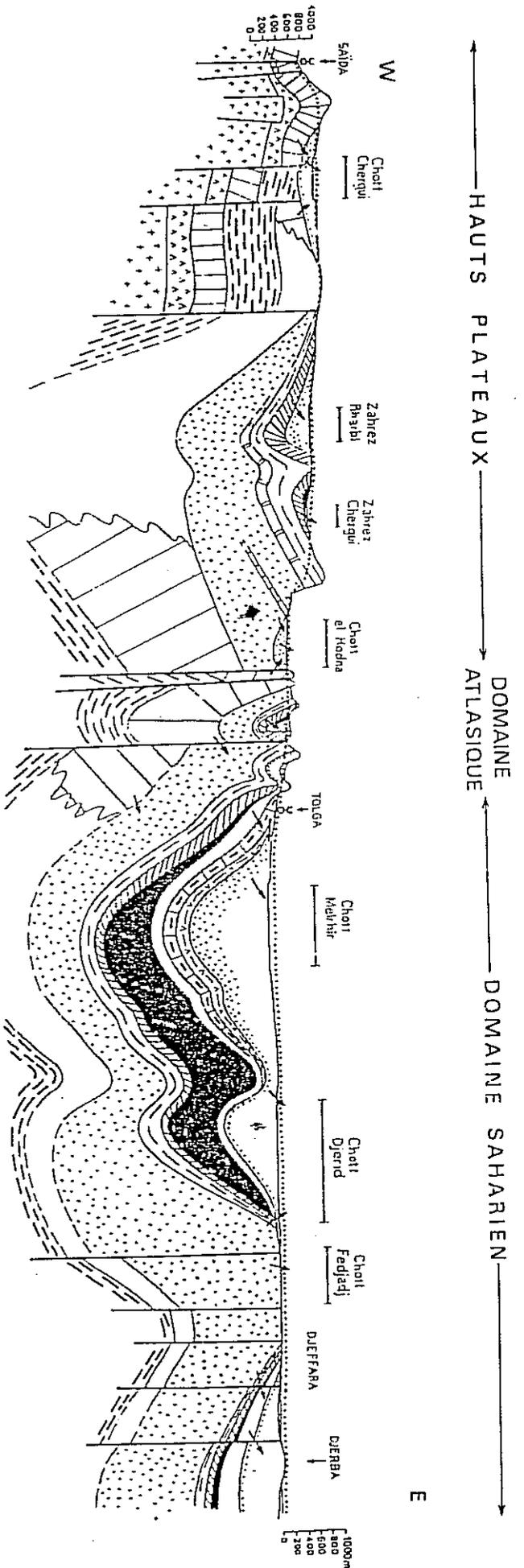
(1) C'est une faille majeure qui s'étend d'Agadir (au Maroc) jusqu'à Gabès (en Tunisie), en suivant le piémont sud-atlasique



Carte 2 **CONTRASTE STRUCTURAL**

Source: Extrait de la carte d'Algérie, INRH.1981





NEOGENE		ROCHES DOMINANTES	
EOCENE		marnes, grès conglomérats, sables gypses, argiles calcaires	
Sénonien		marnes	
Cénomanien supérieur Cénomanien inférieur à moyen		calcaires dolomies marnes	
CRETACE		grès	
INFÉRIEUR		calcaires marnes dolomies	
Berrassien p-p. Porlandien		marnes	
Kimmeridgien Oxfordien		calcaires, dolomies évaaporites, basaltes	
LIAS + DOGGER		socle	
TRIAS		HAUTS PLATEAUX	
PRIMAIRE			

- Localisation des principales sebkhas
- Niveau piézométrique des nappes profondes
- ↔ Transfert d'eau entre deux formations
- ▨ Formation à perméabilité forte
- Formation à perméabilité moyenne

M.B. : En raison des échelles que j'ai dû adopter, des distorsions importantes interviennent dans les zones à forts pendages (pendages accentués et diminution de la puissance des formations).

Echelle horizontale
0 100 200 300m

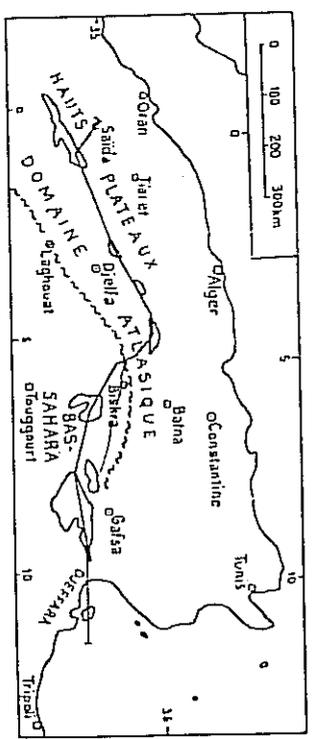


Figure 1 Coupe hydrogéologique schématique des différents (d'après: GUIRAUD, R, 1973)

Nous allons essayer de donner un aperçu de la sédimentation géologique et la tectonique du domaine atlasique (et saharien), selon les principaux reliefs qui entourent la région des Zibans à savoir les Aurès et les monts du Zab (carte 3 et figure 2 A,B).

1- La sédimentation du domaine atlasique

Le Secondaire est représenté essentiellement par le Crétacé dont les terrains, constituent les principaux affleurements du domaine atlasique (mont du Zab et le massif de l'Aurès).

- **Au début du Crétacé inférieur** : la mer brusquement devient profonde. Il correspond à un dépôt de marne dont l'accumulation est déterminée par une diminution de la profondeur. Par la suite, après une régression se sont déposés successivement des grès, des calcaires et des sédiments lagunaires.

Le BARREMIEN : représenté par une épaisseur énorme dans le centre et le Nord du massif de l'Aurès. Mais, vers le Sud-Ouest s'intercalent des marnes rouges, des grès et des bancs de gypse.

L'APTIEN: est représenté par des faciès continentaux, notamment dans le Sud-Ouest du massif de l'Aurès. Ces faciès correspondent à des sédiments gréseux dont l'épaisseur varie entre 300 à 400 mètres.

L'ALBIEN: est représenté également par des faciès gréseux grossiers. Il affleure dans tous les anticlinaux de l'Aurès.

- **Au Crétacé supérieur** : le Cénomaniens est représenté de faciès calcaires, envahissant tout l'étage dans le Sud-Ouest (aux environs d'El-Kantara et Biskra). L'épaisseur de dépôts constituent près de 1000 mètres par endroits (ex: l'anticlinal du DJ.El-Azreg).

Le TURONIEN : de tous les étages crétacés, ces dépôts occupent la plus grande surface dans l'Aurès. A la bordure du massif, ils sont faits de récifs ou de calcaires. Leur épaisseur varie de 100 à 300 mètres.

Le SENONIEN : est constitué par une série marneuse, mais il devient progressivement calcaire dans le Sud-Ouest du massif de l'Aurès. Le Sénonien supérieur (Maestrichtien) est représenté à l'Ouest par de puissantes masses de calcaire (porte d'El-Kantara). Mais, vers l'Est il se réduit à la partie terminale de l'étage, tandis que sa partie inférieure est formée des calcaires crayeux.

Le DANIEN : est représenté dans le Sud et l'Est de l'Aurès (coupe B) et par des sédiments phosphatés à épaisseur variable. Les calcaires, de moindre importance sont inséparables de ceux du Maestrichtien. Ensuite, l'émersion qui s'est dessinée à El-Kantara a favorisé la formation des marnes rouges lagunaire.

- Le Tertiaire: se situé entre le Danien et le Miocène inférieur marin. Il se divise en deux séries :

a) une série marneuse, comprend l'Eocène inférieur et moyen: la mer recouvre l'Aurès pendant cette période d'une manière assez uniforme. Puis, des couches marines se déposent au Nord-Ouest et au Sud-Est; celles-ci passent à des calcaires lacustres et des sédiments rouges (El-Kantara).

b) une série continentale, comprend l'Eocène supérieur et l'Oligocène, passe dans l'axe de certaines synclinaux (Rhassira et El-Kantara) en concordance avec le Lutétien à la base et le Burdigalien au sommet.

Cette série se caractérise par deux sortes de dépôts continentaux :

* marnes et grès rouges dans les synclinaux (El-Kantara et Bouzina) évoquant la sédimentation dans des bassins fermées;

* les poudingues indiquant l'action d'une érosion vive surtout de la fin de l'Oligocène; celle-ci a déblayé en certains points 600 mètres de sédiments, laissant ainsi le Burdigalien reposer directement sur le Jurassique. C'est lors de cette période que se sont produits, en effet, les plissements principaux qui relèvent la série secondaire à la verticale.

Le Néogène : peut être aussi subdivisé en deux séries principales :

a) une série marine du Burdigalien-Miocène inférieur, la mer a recouvert tous le massif, mais peu après, elle n'a subsisté que dans les bassins de la périphérique du massif. Des molasses gréseuses et des grès se sont, alors déposés dans le bassin de Timgade (versant Nord) et des molasses calcaires et des marnes dans la cuvette d'El-Outaya. Au début de cette période la crête du DJ.Metlili qui sépare la cuvette d'El-Outaya et celle du Hodna a été émergée, ainsi que la région des hauts sommets (DJ.Belezma). L'épaisseur des sédiments miocènes est assez variable; elle atteint dans les bassins de Nord et de l'Ouest environs 500 mètres. Cependant, le volume important de ces sédiments a entraîné l'affaissement de la région.

b) une série continentale regroupe le Miocène supérieur et le Pliocène: cette série est formée à la base par des argiles rouges, qui n'existent pas dans le massif de l'Aurès, mais seulement dans le synclinal de Bouzina. Tandis que la cuvette d'El-Outaya et la bordure des Zibans sont constituées par des argiles rouges à la base, des grès ou sables bruns ou rouges et des poudingues rouges au sommet.

Dans les bassins périphériques des Aurès, le Miocène est formé par des assises marines (marne) assez épaisses supportant des couches continentales (grès, sables et graviers) très puissantes: plus de 1000 mètres dans la fosse sud-aurasienne.

2- La tectonique du domaine atlasique

La structure du domaine atlasique, résulte de l'action cumulée de plusieurs phases tectoniques de style et d'importance variables. Dans l'ordre chronologique on distingue :

- une première phase a affecté la partie occidentale de l'Atlas saharien, pendant le Sénonien inférieur et moyen (crétacé). A cette époque des cassures locales ont permis la mise en place d'un pointement triasique à la terminaison nord orientale de l'Aurès (GUIRAUD.R,1973).

- la base de l'Eocène a été marquée, entre Hodna et Biskra, par une surrection liée à une légère compression. Mais la tectogenèse majeure se situe surtout durant l'Eocène moyen. Pendant cette période, celle-ci a en effet engendré dans l'ensemble du domaine atlasique de vastes plis et de nombreux accidents à la faveur desquels, les principaux pointements atlasiques ont vu le jour. Ces accidents cassants montrent des directions très variées et leur répartition géographique n'est pas homogène dans l'ensemble du domaine atlasique.

- Lors du Miocène moyen et supérieur, il s'est produit un soulèvement saccadé de l'Aurès, ainsi que d'une partie de la région d'El-Outaya. Cette surrection a affecté également l'Atlas saharien, où certaines discordances relevées dans le Néogène continental pourraient traduire une accentuation des plis éocènes.

- à la fin du Pliocène, toute la partie orientale (Hodna-Biskra) et les bordures Sud-Ouest de l'Aurès, ainsi que certains secteurs isolés dans l'Atlas saharien, ont été affectés par déformations intenses. Des fossés d'effondrement, orientés nord-ouest, sont aussi liés à cette phase, comme celui d'El-Outaya et ceux des confins algéro-tunisiens.

Ainsi, le domaine atlasique forme un ensemble qui par les déformations cassantes ou simples, nombreuses et variées, dont il a été le siège se distingue nettement du domaine saharien.

En résumé: le domaine atlasique a été manifestement affecté par une tectonique polyphasée, dont le début remonte au secondaire. La tectogenèse s'est manifestée essentiellement par des mouvements de compression, entraînant la surrection des terrains. A la fin du Pliocène, on assiste à une tectonique de distension, impliquant la croissance de plusieurs fossés d'effondrement, notamment sur les bordures de l'Aurès.

3- L'évolution récente du domaine atlasique

L'évolution récente des reliefs atlasiques (Aurès), peut être illustrée par les formations quaternaires, qui représentées par des éboulis, des cônes de déjections et les terrasses alluviales des vallées.

Les terrains quaternaires sont répandus, surtout à la bordure du massif de l'Aurès, où il forment des grandes unités alluviales qui constituent le siège de nappes phréatiques. En revanche, dans le centre du massif ces unités sont très localisées et peu étendues.

- les éboulis: se situent au pied des calcaires du Maestrichtien en contact avec les marnes companiennes. Ils sont très visibles sur les monts des Zab et les flancs du DJ.Ahmar Khaddou, qui surplombe la vallée de l'oued El-Abiod.

- les cônes de déjections: sont nombreux et forment l'essentiel des plaines. Ils peuvent représenter une certaine importance hydrologique puisqu'ils sont le siège de petites nappes qui se déversent dans les formations sous-jacentes, sous forme de d'émergences localisées, notamment dans la plaine d'El-Outaya.

- les terrasses alluviales des vallées : les terrasses transaurasienne sont rares et peu développées et ne présentent jamais d'épaisseur considérable. Par contre, au Sud en bordures de l'Aurès, elles occupent de grandes surfaces, où elles forment des cailloutis liés par un ciment souvent mal consolidé. Elles peuvent être l'objet de circulation d'eau souterraine à faible profondeur.

Le reste des formations superficielles est représenté par des alluvions récentes. Dans la partie amont, les vallées de l'Aurès sont assez étendues pour donner lieu à des émergences de déversement dans les lits majeurs des oueds. Celle-ci représentent l'exutoire des circulation d'eau souterraines alimentées directement par l'oued. Dans la partie aval les formations, sont souvent très limoneuses et occupent de grandes surfaces, notamment dans la plaine d'El-Outaya. Celle-ci est le siège d'accumulations liées aux apports de l'oued Biskra. A ces dépôts fluviatiles s'ajoutent d'autres épandages liées aux crues artificielles, provoquées par l'action anthropique (canaux d'irrigation).

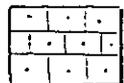
Legende:



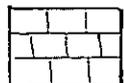
QUATERNAIRE



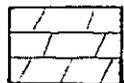
PLIOCENE SUPERIEUR



MIO-PLIOCENE



EOCENE INFERIEUR



SENONIEN SUPERIEUR



TRIAS



LIAS

- 1- Cailloutis, Gravieres et Sables dans les lits des Oueds.
- 2- Dépôts sableux et argileux dans les grandes plaines et sur le piémont.
- 3- Croûte gypseuse: "deb-deb".

Conglomérats (près des Aurès)
Grès, Sables et marnes.

Grès, sables, argiles et marnes
brunes à gypse.

Calcaires massifs à silex noir.

Calcaires massifs.

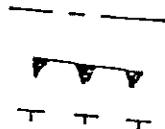
Diapir de sel gemme (DJ.El-Outaya)

Dolomies dans les Aurès.

Faille

Contact anormal

Flexure



Sources :

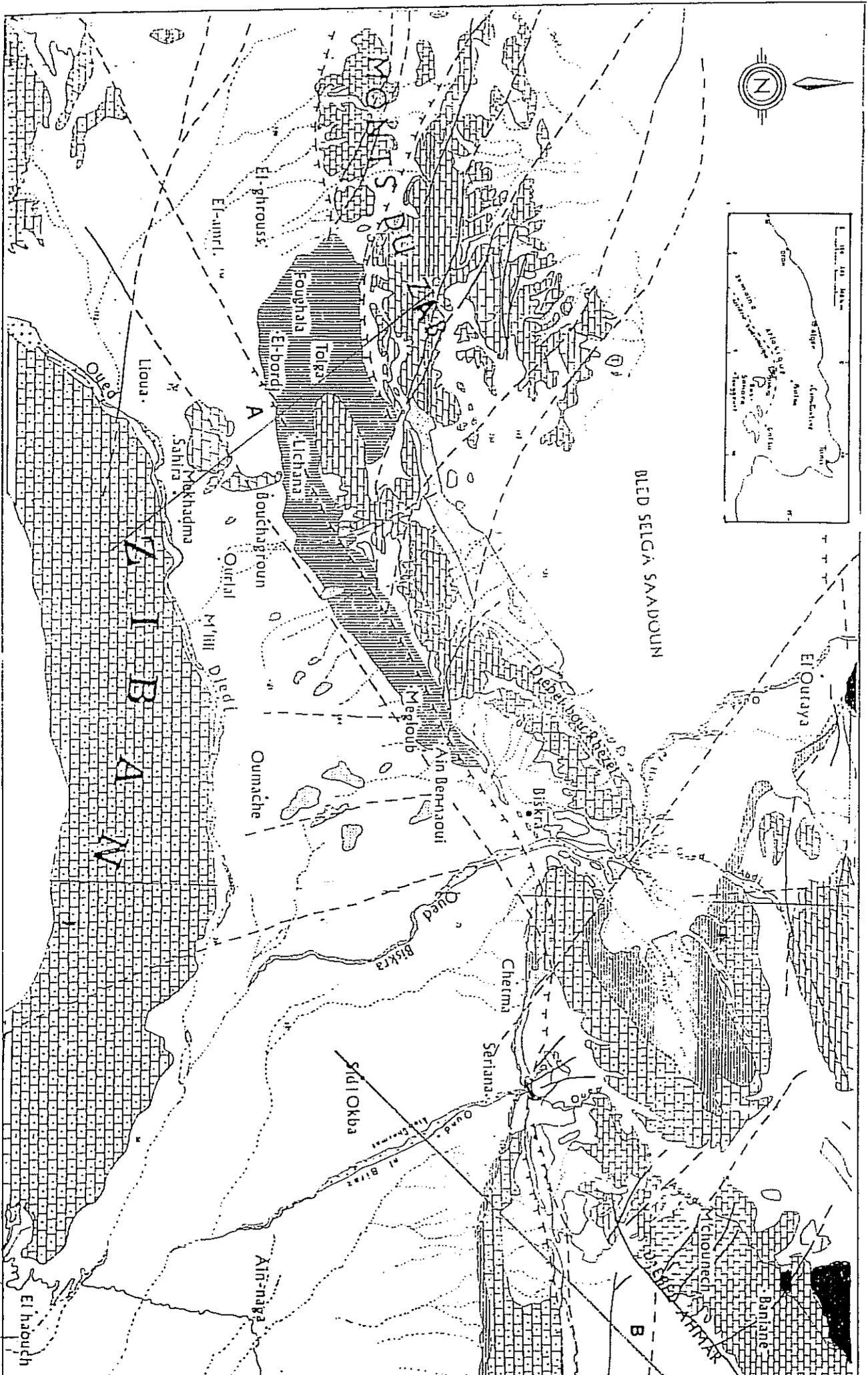
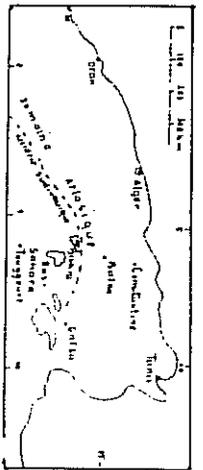
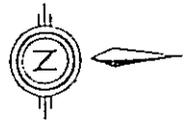
Carte géologique de BISKRA;
Fle N° 48, carte hydrogéologique
de BISKRA, 1978.
Carte topo de BISKRA Fle N 6-7-8

Ech: 1/350.000

0 3,5 7 10,5 14



Salah.A



B- LE DOMAINE SAHARIEN

Le Bas-sahara se présente, comme une vaste cuvette synclinale remplie des dépôts tertiaires continentaux post-éocènes. Cette cuvette est bordée à l'Ouest par la dorsale du M'zab, au Sud par les hamadas du Tadmaït et de Tinghert et à l'Est par les affleurements crétacé du Dahara. Au Nord (dans les Zibans), la cuvette est limitée par l'accident sud-atlasique, qui se traduit ici par une flexure redressant presque à la verticale les terrains du Cénomaniens au Pliocène inclus.

Le remplissage de cette cuvette est constitué, par une masse de sables, parfois agglomérés en grès et des intercalations de couches argileuses et des bancs argilo-sableux.

1- Sédimentation du domaine saharien

L'Atlas saharien a connu aussi, au cours de son histoire géologique, de longues phases de sédimentation secondaire alternativement marines et continentales; le Crétacé inférieur est le plus ancien terrain tertiaire, qui affleure dans la région de Biskra.

- Au Crétacé inférieur : (Barrémien), le régime continental règne sur toute la région. En revanche, l'Albien est marqué par l'établissement d'un régime lagunaire avec quelques incursions marines. En suite, le régime de sédimentation continental s'établit de nouveau; il n'a cessé qu'avec la grande transgression cénomaniens, qui s'étend très loin vers le Sud. De l'ensemble de ces oscillations marines, il en résulte un dépôt essentiellement gréseux avec des intercalations d'argiles et de marnes.

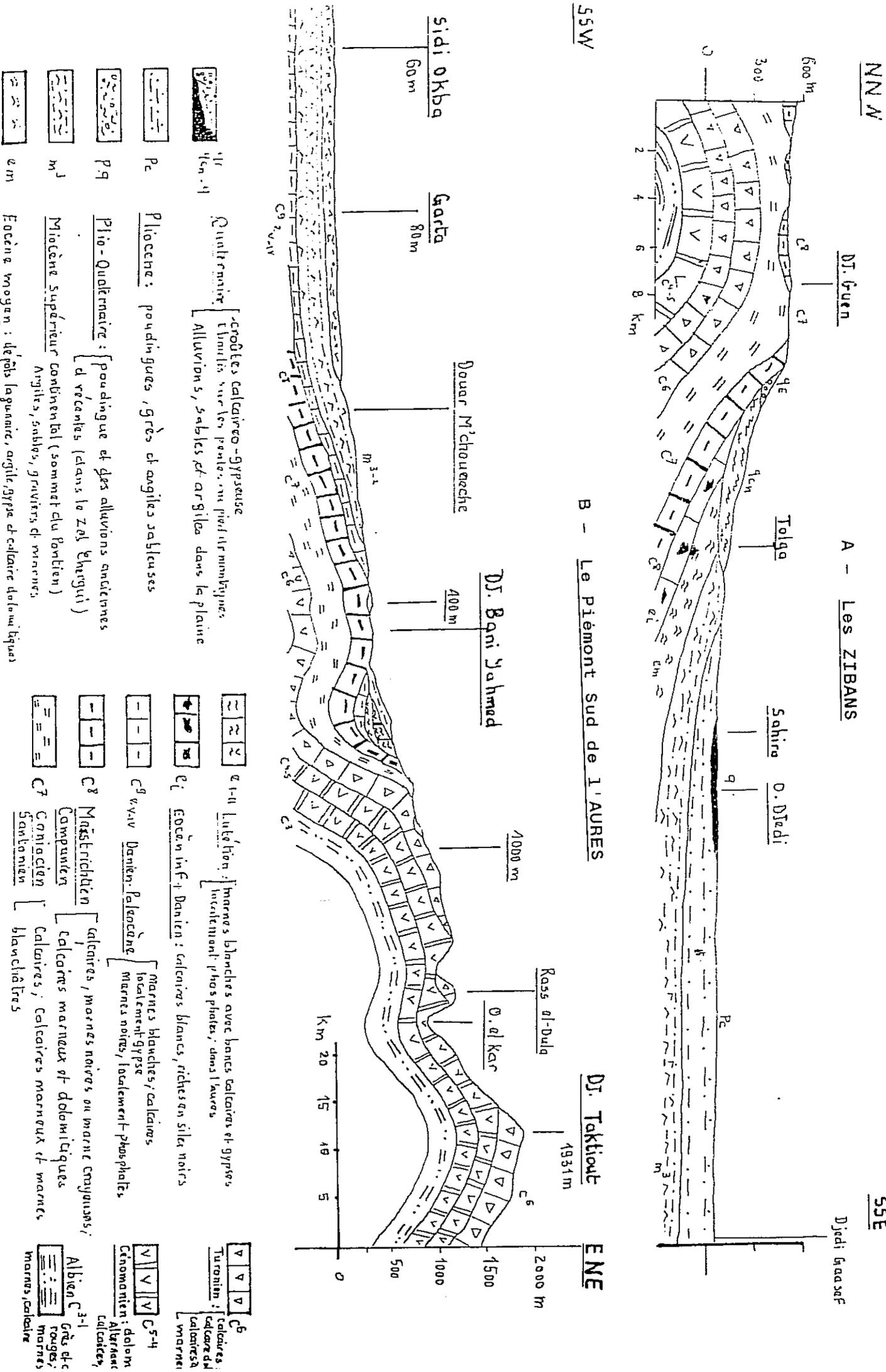
- Au cours du Crétacé supérieur : (Cénomaniens), la mer a été peu profonde car elle a reculé vers le Sud, tandis que quelques mouvements locaux du sol ont amené sur place une sédimentation lagunaire, se composant ainsi de gypse et d'anhydrite. Le Cénomaniens est marneux à la base, dolomitique ou calcaire au sommet.

Au TURONIEN : le régime marin s'est rétabli partout uniformément. Cette période est représentée dans toute la zone montagneuse par un niveau de calcaire cristallin massif de 200 à 300 mètres d'épaisseur. Dès la fin du Turonien, on assiste à un retour au régime lagunaire, les eaux sont moins profondes et elles disparaissent parfois entièrement provoquant des émergences momentanées. En conséquence, les dépôts présentent une alternance de bancs d'anhydrite, de dolomies et d'argiles. Avec Le Sénonien, une nouvelle transgression marine s'est manifestée; elle est responsable de dépôts de calcaires dolomitiques et d'intercalations lagunaires marno-gypseuses.

- Au cours de l'Eocène inférieur : le régime marin persiste, donnant des calcaires à silex noir que l'on trouve en concordance au sommet du Sénonien. La mer a quitté ensuite la région et le régime lagunaire de l'Eocène moyen, a amené les dépôts d'une épaisse série de couches calcaires, argileuses, marneuses et d'anhydrite. Ainsi, s'est achevée la formation de l'Eocène moyen, quand la mer s'est retirée définitivement de la plateforme saharienne.

En résumé: après le régime continental barrémien et albien, l'histoire des terrains qui constituent le domaine saharien est commandée essentiellement par une sédimentation marine et lacunaire, depuis le Cénomaniens jusqu'à l'Eocène moyen. Il en résulte une grande variété de terrains calcaires, dolomitiques et marneux.

Figure 2 Coupes géologiques



Source: Carte géologique de Biskra File N048

2- La tectonique du domaine saharien

L'importance de la tectonique qui a affecté le domaine saharien (les Zibans) résulte de deux étapes orogéniques principales :

- A la fin de l'Eocène moyen, toute la région a subi une surélévation due à des mouvements orogéniques, ayant agi en deux phases principales très rapprochées dans le temps et dans l'espace, mais de directions différentes :

* la première est responsable de faibles ondulations de direction NE-SW sur toute l'étendue de la plateforme saharienne.

* la deuxième a donné naissance à des plissements de direction ENE-WSW. L'anticlinal du DJ. Bou-Rhezal a été formé lors de cette phase. Certaines poussées tectoniques ont été très violentes, provoquant même le renversement des plis, comme c'est cas du DJ. Bou-Rhezal, dont le flanc méridional est complètement déversé vers le Sud.

- A la fin du Pliocène, une nouvelle phase orogénique a bouleversé la région. Cette phase, de direction Est-Ouest, a formé au Nord de l'oued Djedi un pli très long, surélevant les anticlinaux préexistants. Ce pli est caractérisé par le redressement sub-vertical des dépôts pliocènes entre Biskra et Chetma, ainsi que le redressement des couches crétacées sur le versant Sud du DJ. Gouara et El-Ksoum (Nord de Tolga).

3- L'évolution récente du domaine saharien (Les Zibans)

Rappelons que les montagnes des Aurès ont subi dès le Miocène, une érosion intense qui permet la construction d'un

vaste glacis de piémont et des plaines alluviales, composées de sables. Ces unités morphologiques, forment aujourd'hui le substratum des grands Ergs. Leur épaisseur varie de quelques mètres à plus de 2000 mètres dans la fosse sud-aurasienne. Cette fosse appartient à l'Afrique tabulaire et rigide, c'est ce que les Géologues appellent le "Bas-sahara".

Le domaine saharien concerné dans cette étude occupe le Nord du Bas-sahara (Les Zibans). La région des Zibans, montre un recouvrement superficiel récente de nature assez variée. Leur genèse est liée aux différentes actions, de la géodynamique externe : telles que, celle de l'eau courante ou celle du vent.

- Les apports hydriques: les couches meubles et les couches fragiles du versant Sud de l'Aurès, sont soumises à l'érosion hydriques, qui enlève les parties meubles du terrains et les transporte vers l'aval par ruissellement et à l'occasion des crues. Ces dépôts forment principalement des plaines alluviales des oueds. Ils sont constitués par des débris de couches diverses du bassin versant, déposés après les crues. Les dépôts correspondants sont variés, des cailloux aux limons divers.

De l'amont vers l'aval, au fur et à mesure que la vitesse des cours d'eau diminue, le dépôt final étant constitué de sables, limons et argiles en proportions variées. Les dépôts sont accumulés en aval, où il constituent une vaste plaine alluviale (plaine Saâda, au Sud de Biskra). La mise en place ces matériaux est due à l'activité des oueds, provenant des reliefs montagneux (Aurès), suffisamment arrosés, où il y a possibilité d'une forte érosion hydrique et une forte pente.

- Les apports éoliens: il sont dû à l'action du vent. Le vent a une action sinon prédominante dans la région des Zibans. Le sable se déplace sous l'influence du vent, il est mis

en mouvement et entraîne des particules. Ces particules s'accumulent sous plusieurs formes, dunes, voiles de sables et nebkha.

Les actions hydriques et éoliennes, ont des conséquences importante sur l'évolution des sols agricoles de la région :

* les conséquences favorables: résident dans l'action des eaux courantes responsable de l'accumulation des plaines alluviales, sur lesquelles se développent des sols alluviaux fertiles. Ces dépôts superficiels sont généralement épais et riches en matières organiques.

* les conséquences défavorables: l'érosion éolienne peut impliquer la diminution de la fertilité des sols par, l'exportation de la matière organique et celles des éléments fin, qui constituent les sols. Ceci entraîne une diminution de la stabilité des agrégats du sol; ainsi que la diminution du pouvoir de rétention en eau. Cette action éolienne entraîne également la désertification des terrains par proportion des sables.

II - LE RELIEF: UN RELIEF EGALEMENT CONTRASTE

la région de BISKRA dans sa majeure partie est constituée par la grande dépression septentrionale saharienne. Celle-ci est entourée au nord, nord-est et au nord-ouest par les derniers versants de l'ATLAS SAHARIEN, dont les monts du ZAB dominent la région, d'orientation sud-ouest et nord-est (carte 4).

La morphologie de cette région, est cependant marquée par trois unités morphologiques : la montagne, le piémont et la plaine.

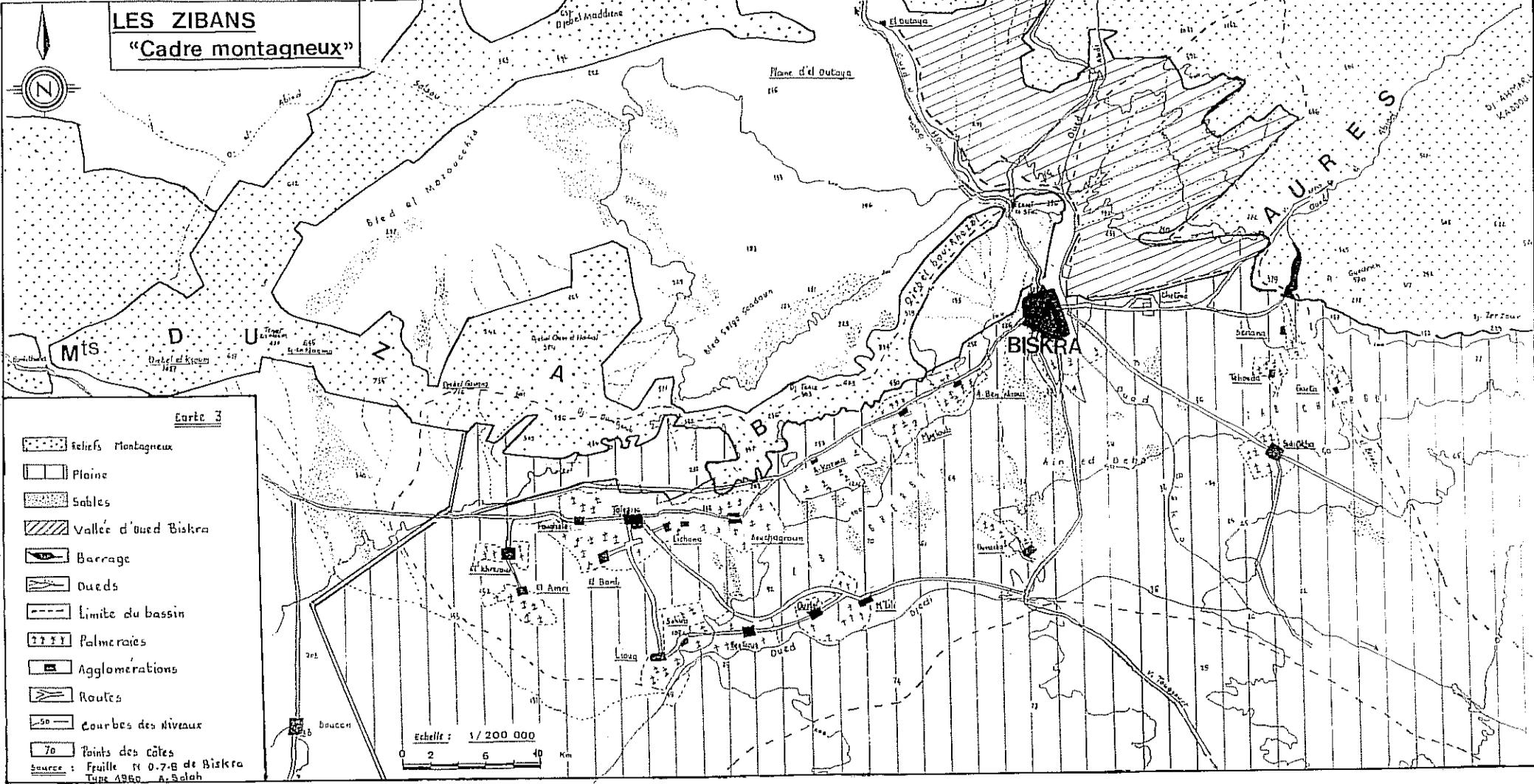
1- Le cadre montagneux

La région est bordée au Nord par les monts du Zab et au Nord-Est par le massif de l'Aurès. Le caractère montagneux des monts du Zab est, en effet, peu exprimé avec leurs collines étroites où leurs chapelets de montagnes, dont les reliefs peu élevés (400 à 900 mètres), alternant avec des bassins déprimés (Bled el-Mazouchia: 250 m, plaine d'El-Outaya: 150 m). Ces collines ne forment cependant qu'une esquisse de chaînons très à l'Ouest et au Nord-Ouest de Tolga.

1-1- Les monts des Zab

Les monts du ZAB relie très incomplètement les monts des OULED NAIL à l'AURES par des collines qui correspondent à des restes d'anticlinaux et synclinaux et la vaste plaine synclinale d'El-Outaya.

LES ZIBANS
 "Cadre montagneux"



Au Nord-Ouest de Tolga, les anticlinaux s'allongent en bordure des ZIBANS. Ils ont une forme en <arc>, comme le long anticlinal faillé du Chaiba et l'anticlinal du DJ.Khalia (852m). L'anticlinal du Chaiba, parcouru par la route de BISKRA-BOUSAADA, est l'un des grands éléments structuraux qui séparent les monts des Ouled Nail du Zab.

le massif du DJ.EL-Ksoum, point culminant des ZIBANS (1078m), est un anticlinal dont le sommet est constitué par les calcaires Turoniens. Ce massif se termine par un col: le Teniet-en-Nam (424m). Ce dernier met en communication la partie occidentale de la plaine d'el-Outaya et avec la dépression des ZIBANS.

A l'Est de Teniet-en-Nam, le DJ.Guouara (714m) domine la dépression du Bled-Selga (230m), qui le sépare du DJ.BOU-RHEZAL. Il est entièrement constitué par les calcaires du Sénonien supérieur.

Le DJ.BOU-RHEZAL (519m) est un anticlinal orienté nord-est et sud-ouest très étroit. Cet anticlinal constitue une véritable barrière, que la route de BISKRA-BATNA doit franchir avec quelques difficultés au col de Teniet-es-Sfa (212 m).

Les monts du ZAB n'offrent aucun obstacle entre la cuvette du Hodna et le BAS-SAHARA.

Le réseau hydrographique des monts du ZAB se compose uniquement des oueds : oueds locaux de petites tailles, issus des ces monts. Les écoulements ne se produisent qu'en période des pluies torrentielles, sous forme de crues subites et brèves. Ces oueds peuvent rester secs pendant plusieurs années.

1- 2- Le massif de l'Aurès

Au Nord-Est, l'Aurès se soulève au-dessus de Biskra et du Zab oriental. En effet, l'Aurès est bien limité, au Sud par des reliefs d'orientation ouest-est, comportant deux éléments: les Gueheb et les Guerguitt, dominant le BAS-SAHARA au niveau de l'accident sud-atlasique.

* les Gueheb : il s'agit d'une série de collines orientées est-ouest, ayant une altitude peu élevée qui varie de 400 à 600 mètres. Ces collines s'alignent de l'Est à l'Ouest: DJ.Guitoun (757 m) Koudiat el-Dab-dab 502 m) et DJ.Toungalit (538 m). Elles sont séparées entre elles par les oueds qui prennent naissance en amont et qui se déversent au sud. Ce type de structure monoclinale domine un autre relief moins élevé : les Guerguitt.

* Les Guerguitt : c'est une chaîne de collines continue de Biskra à l'Ouest, à l'oued Rharhar à l'Est. Son altitude dépasse rarement 400 mètres, mais sa continuité n'est interrompue que par les "Foum", exutoires des oueds descendus des Aurès. Ces collines restent peu élevées à l'ouest (DJ.Guerguitt El-Hasseur: 258 m). Alors qu'au centre le relief prend de l'altitude et de la vigueur (DJ.Chemekh 440 m).

Les reliefs qui existent de l'ouest à l'est et au nord, ont pour conséquence des hydrographies tout à fait différentes et accentuées par le climat.

2- Le piémont

Le piémont sud atlasique est bien individualisé, par des dépôts étalés par les ruissellements. Ces derniers constituent

au pied de l'Atlas saharien, un glacis continu d'Ouest en Est.

- piémont du DJ. BOU-RHEZAL (fig 3): en venant du Nord, dès qu'on passe le col de Teniet-es-Sfa, s'offre à nos yeux un magnifique piémont formé par toute une série de longs glacis descendant en pente douce de 3 à 40 sur 5 km. Dans le combe du DJ. BOU-RHEZAL, cinq niveaux de glacis de front, descendent depuis la crête principale sous forme d'une dalle calcaro-gypseuse blanche très résistante et de galets calcaires (Turonien-cénomaniens).

Les glacis les plus étendus se présentent sous forme de buttes de formations tufeuses. Ces buttes sont alignées parallèlement au crêt du DJ. BOU-RHEZAL; certaines ont une forme conique et sont en fait des cônes tufeux construits, correspondant à des anciens emplacements de la source du HAMMAME SALHINE. Ces glacis n'ont aucun intérêt agricole.

Sur le flanc sud du DJ. BOU-RHEZAL, lieu dit Ed-Delouat Beni Brahim, les sables recouvrent un glacis d'ablation avec sa couverture de blocs très anguleux. Il s'agit d'un glacis taillé dans une roche meuble très particulière, constituée par une ancienne dune. Un tel phénomène est relativement fréquent au pied des versants ensablés à la bordure du BAS-SAHARA (BALLAIS.J.L, 1981).

A l'aval du glacis, la remontée de la nappe phréatique a permis, par l'évaporation estivale, la formation d'un encroûtement gypseux blanc dit "deb-deb".

Au Sud du DJ. BOU-RHEZAL, toutes les palmeraies sont installées sur les glacis-cônes largement étalés et d'âge récent. Tous ces niveaux sont recouverts par une croûte gypseuse plus ou moins résistante et se terminent au Sud par les berges de l'oued DJEDI.

-le piémont méridional de l'AURES : se situe à l'Est de Biskra. Il présente les mêmes caractéristiques que l'ensemble du versant sud des autres chaînes de l'Atlas saharien, avec des glacis-cônes emboîtés, selon les conditions locaux. Ce piémont est beaucoup plus riche, selon (BALLAIS, J.L, 1981) et très diversifié de point de vue morphologique, comme les cônes de déjections et des glacis-terrasses., qui datent du Quaternaire ancien et moyen. Ces cônes de déjections s'alignent au pied des Guerguitt; leur mise en place est conditionnée essentiellement par les oueds descendant des Aurès.

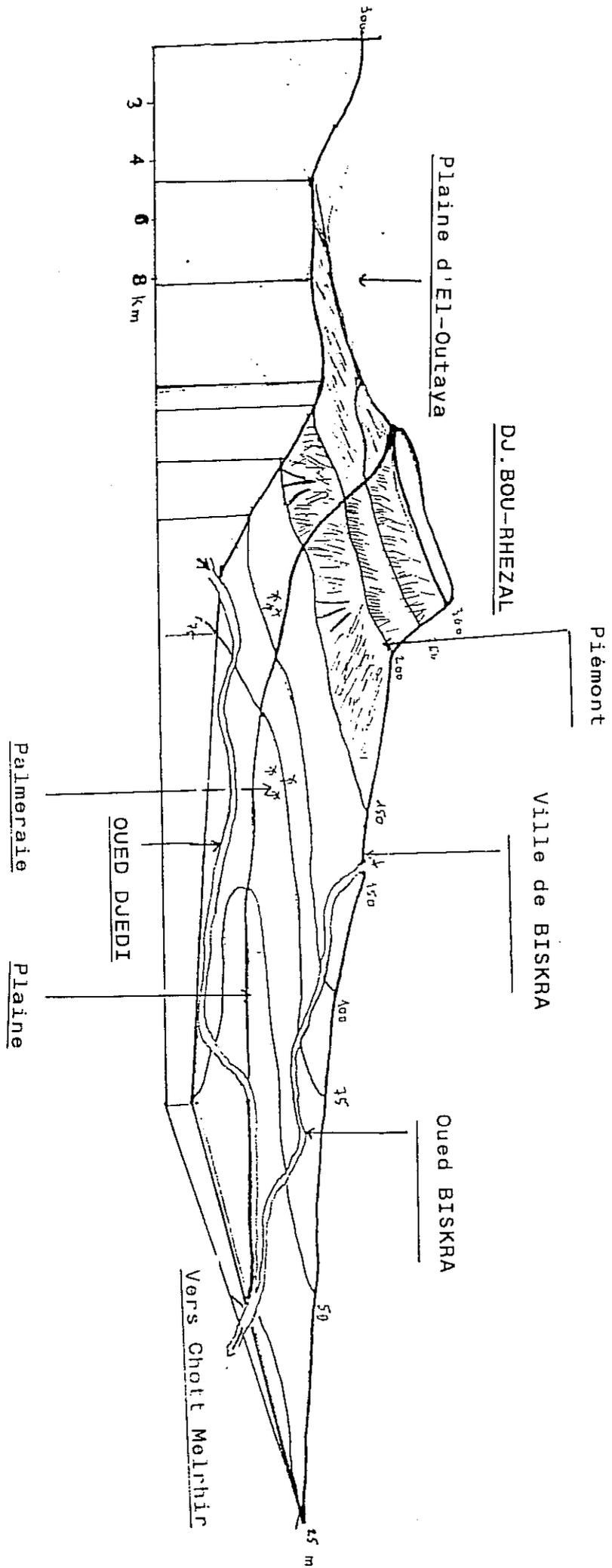
3- La plaine

Les ZIBANS sont situés au pied des montagnes et représentent l'équivalent du Hodna. Tous deux sont des bassins fermés, constituant des niveaux de base pour des réseaux hydrographiques qui naissent au Nord. Ces bassins fermés sont donc enrichis par des eaux provenant des zones pluvieuses et offrent le contraste de leurs cultures irriguées.

Les ZIBANS sont tout à fait sahariens -Oasis du piémont- avec les palmeraies de BISKRA et TOLGA, tandis que le Hodna est un bassin fermé incorporé au centre de l'ALGERIE.

Au Nord du Bas-sahara, les Zibans sont donc des oasis de piémont, au pied des montagnes (monts du Zab et l'Aurès); c'est une région de plaine et de cône-glacis. Les glacis plongent doucement sous une plaine alluviale, qui résulte de la conjugaison des cônes comme ceux des oueds de l'AURES.

Figure:3 Le Piémont du DJ. BOU-RHEZAL



Les Zibans sont divisés en deux groupes de palmeraies par l'oued Biskra : le Zab Chergui , situé à l'Est de Biskra et le Zab Gherbi , qui se trouve à l'Ouest de Biskra.

- la vaste plaine du Zab Chergui représente la plaine comblée du bassin beaucoup plus vaste (le Bas-sahara), qui s'étend jusqu'au pied du massif de l'Aurès. Le Zab Chergui a ses oasis et ses terres de cultures dispersées dans la plaine de Sidi Okba; Droh se situe dans une vallée, au Nord-Ouest de Sidi Okba, à une altitude de 200 mètres; Chetma à 116 m d'altitude.

Sur les cônes-terrasses en bordure de l'Aurès, se situent: Garta à 80 mètres d'altitude, Seriana à 100 mètres d'altitude, enfin, plus loin vers le Sud Sidi Okba à 60 mètres d'altitude.

Cette plaine est découpée par les lits des oueds issus des Aurès. Les formations superficielles associées sont composées par des limons et des sables à débris végétaux anciens. Ces dépôts développent des sols riches en débris organiques, ce qui donne lieu à des ilots très fertiles. La prospérité de la plaine du Zab Chergui, est due aux apports limoneux des crues de nombreux oueds des Aurès.

- à l'Ouest de Biskra s'étend le Zab Gherbi ; où sont localisées les palmeraies de tous les Zibans. Ces palmeraies sont divisées par les conditions naturelles en deux parties :

- * une ligne de palmeraie, située au Nord de Ain Ben Naoui jusqu'à Foughala;
- * une ligne située au Sud, à proximité de l'axe de l'oued Djedi.

Les palmeraies d'amont sont situées dans une plaine qui correspond à un cône de déjection à l'Ouest de Biskra; celui-ci est adossé aux chaînes des petits reliefs du Zab. Les altitudes prises aux pieds des reliefs varient entre 164 mètres à Lichana; 155 à 148 mètres à Foughala et 131 mètres à El-Amri, au Sud-Ouest de Tolga.

En aval, la plaine s'étend au Sud du précédent, comprenant les palmeraies situées sur la rive droite de l'oued Djedi; les altitudes de ces palmeraies, varient entre 95 et 180 mètres, l'altitude du lit de l'oued est de 100 à 25 mètres de l'Ouest à l'Est.

Entre les deux lignes de palmeraies, s'étend une dépression d'une dizaine de kilomètres de largeur, qui est dépourvue de palmeraies.

La plaine du Zab Gherbi est caractérisée par une formation calcaro-gypseuse "deb-deb", atteignant un ou deux mètres d'épaisseur.

Au Sud de Biskra, la plaine se distingue par ses alluvions très argileuses et largement étalées. Lors de crues, les sols se détrempe instantanément, chaque oued devient inabordable et se répand à plusieurs kilomètres de son ancien lit. Sur une longueur de 30 km l'oued Biskra et l'oued Djedi, coulent dans la plaine même qu'ils recouvrent d'une nouvelle couche d'alluvions dont la fertilité est remarquable.

III- LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Les différences de relief de l'Atlas saharien ont pour conséquences des hydrographiques tout à fait différentes, accentuées par le climat.

Les Zibans ont un réseau hydrographique, qui fait partie d'un grand bassin saharien (Chott Melhir). Ce dernier a une superficie totale de 26.000 km². Les oueds des Aurès prennent leurs sources aux environs de 2000 m d'altitude (oued el-Abiod et oued Abdi). Ces oueds s'écoulent rapidement vers le Sud, ils constituent le tête des longs oueds tributaires du bassin des Chotts (-36 m). C'est le niveau de base de tous les oueds du versant Sud de l'Aurès, qui ne l'atteignent qu'à l'occasion de leurs plus grandes crues. Le réseau hydrographique comporte une proportion non négligéable de cours d'eau pérennes (O.El-Hai et O.El-Abiod). Mais ces oueds sont asséchés par l'évaporation, l'infiltration et les prélèvements effectués pour l'irrigation dans les vallées en amont. Seul l'oued El-Abiod reste pérenne jusqu'au piémont, dont le barrage de Foum El-Gherza permet l'irrigation pérenne du périmètre de Sidi Okba.

Après un parcours permanent, l'oued El-Hai-Biskra débouche dans une plaine à l'altitude de 200 mètres, où il s'infiltré dans son cône de déjection. Seule, les crues atteignent Biskra, au cours desquelles l'eau est utilisée pour l'irrigation dans la plaine d'El-Outaya.

1- Bassin versant O.Djedi-Biskra

Le bassin versant résulte de la jonction de deux oueds importants: l'oued Djedi et l'oued Biskra. Ces oueds drainent un bassin de 2246 km².

a) Oued Djedi: il prend sa source dans le DJ.Amour, au Sud d'Aflou et il draine les eaux de la gouttière, qui longe l'Atlas saharien. Venu du Ras-Ede-Chaâb à 969 mètres d'altitude il passe à Laghouat et puis Ouled Djellal, avec une orientation SW-SE où il conflue avec l'oued Biskra (point coté 26 m). Durant tout son parcours, l'oued Djedi reçoit quelques affluents importants entre autres: l'oued Messaâd, l'oued M'zi et l'oued Mergueb.

Par l'intermédiaire de ces affluents, l'oued Djedi constitue un collecteur des eaux de ruissellement important dans les Zibans. Les principaux affluents dans les Zibans sont:

* Oued Kharsa, qui constitue un réseau descendant des monts du Zab en recoupant le DJ.Groum-el-Kebch et Hamra; il se disperse dans la plaine de Doucen, où il est relayé par l'oued Doucen.

* Oued Doucen, qui rejoint l'oued Djedi au Sud de Lioua, après avoir reçu sur sa rive gauche El-Arzen. Celui-ci draine le secteur oriental des monts Zab (DJ. Araissine et el-Ksoum) .

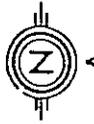
* des petits affluents, qui présentent un régime permanent (ex: oued M'lili). Ceux-ci prennent naissance au Sud de la palmeraie de Lichana et sont alimentés par des sources pérennes.

b) Oued Biskra: cet oued est également important dans la région; son réseau hydrographique est constitué par un grand nombre d'affluents, qui collectent les eaux de ruissellement du Sud-Ouest des Aurès. Au Nord de la ville de Biskra, l'oued est drainé par deux artères principales: l'oued Abdi et l'oued el-Hai-Kantara.

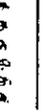
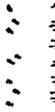
RESEAU HYDROGRAPHIQUE

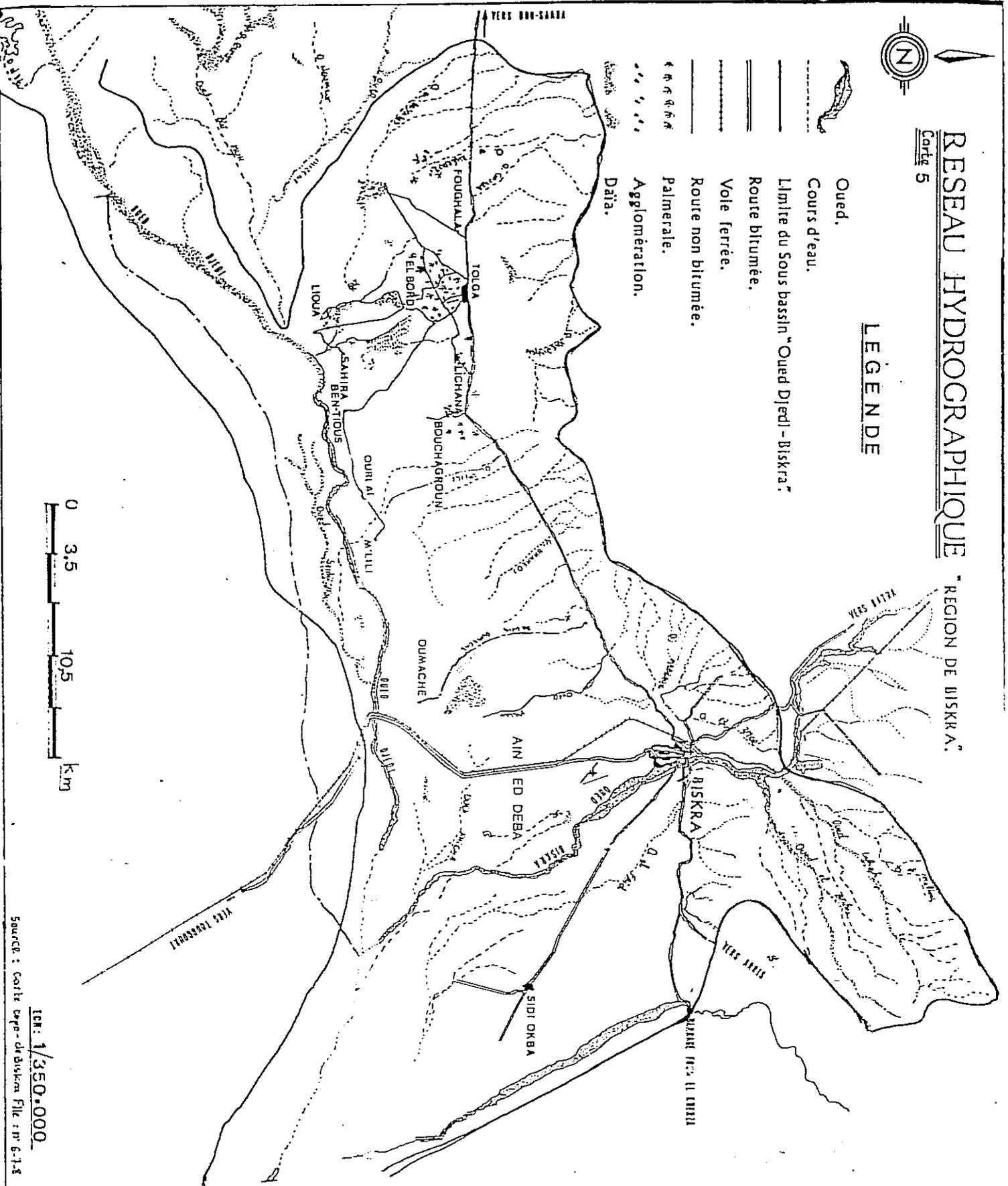
"REGION DE BISKRA"

Carte 5



LEGENDE

-  Qued.
-  Cours d'eau.
-  Limite du Sous bassin "Qued Djedi - Biskra".
-  Route bitumée.
-  Volee ferree.
-  Route non bitumée.
-  Palmeraie.
-  Agglomeration.
-  Daira.



Source : carte topographique

EM: 1/350.000

Salah. A

- le bassin voisin de l'oued el-Abiod est l'unique oued pour lequel il a été construit un barrage réservoir, dont le bassin mesure 1320 km² au barrage.

2- La forme du bassin et les profils en long (fig 4)

La forme du bassin est traduite par le coefficient ou "indice de compacité". Un bassin versant est défini en premier lieu par son contour, qui a une certaine forme et enclose une certaine superficie (ROCHE,1963).

Cet indice a également, une certaine influence sur l'écoulement, il détermine l'allure de l'hydrogramme de crue : un bassin très allongé ne réagira pas de la même manière qu'un bassin très ramassé. La valeur de l'indice de compacité (C=1,67) (1) montre que le bassin de oued Djedi-Biskra est très allongé (figure 5).

Le profil en long (figure 4) est établi à partir d'une carte au 1/200.000 de Biskra et d'après les points cotés, situés sur les berges des oueds. Le profil traduit l'écoulement, la pente et la vitesse des crues.

Les oueds de l'Aurès (versant Sud), ont un écoulement semi-permanent en amont. Ces écoulements sont en rapport avec des sources locales, situées dans le lit des oueds. Pour ces oueds, la fonte de neiges n'influe pas sur les écoulements accidentels. De fortes pluies d'hiver sont nécessaires pour produire des crues, tandis que des averses orageuses d'été, même localisées, suffisent pour provoquer des écoulements, d'ailleurs limités par l'évaporation et l'infiltration des eaux. Malgré la superficie réduite de leurs bassins, les oueds acheminent vers.

(1) $C = \frac{p}{2\sqrt{\pi A}} = 0,28 \frac{p}{\sqrt{A}}$ P: périmètre du bassin versant
A: superficie du bassin versant

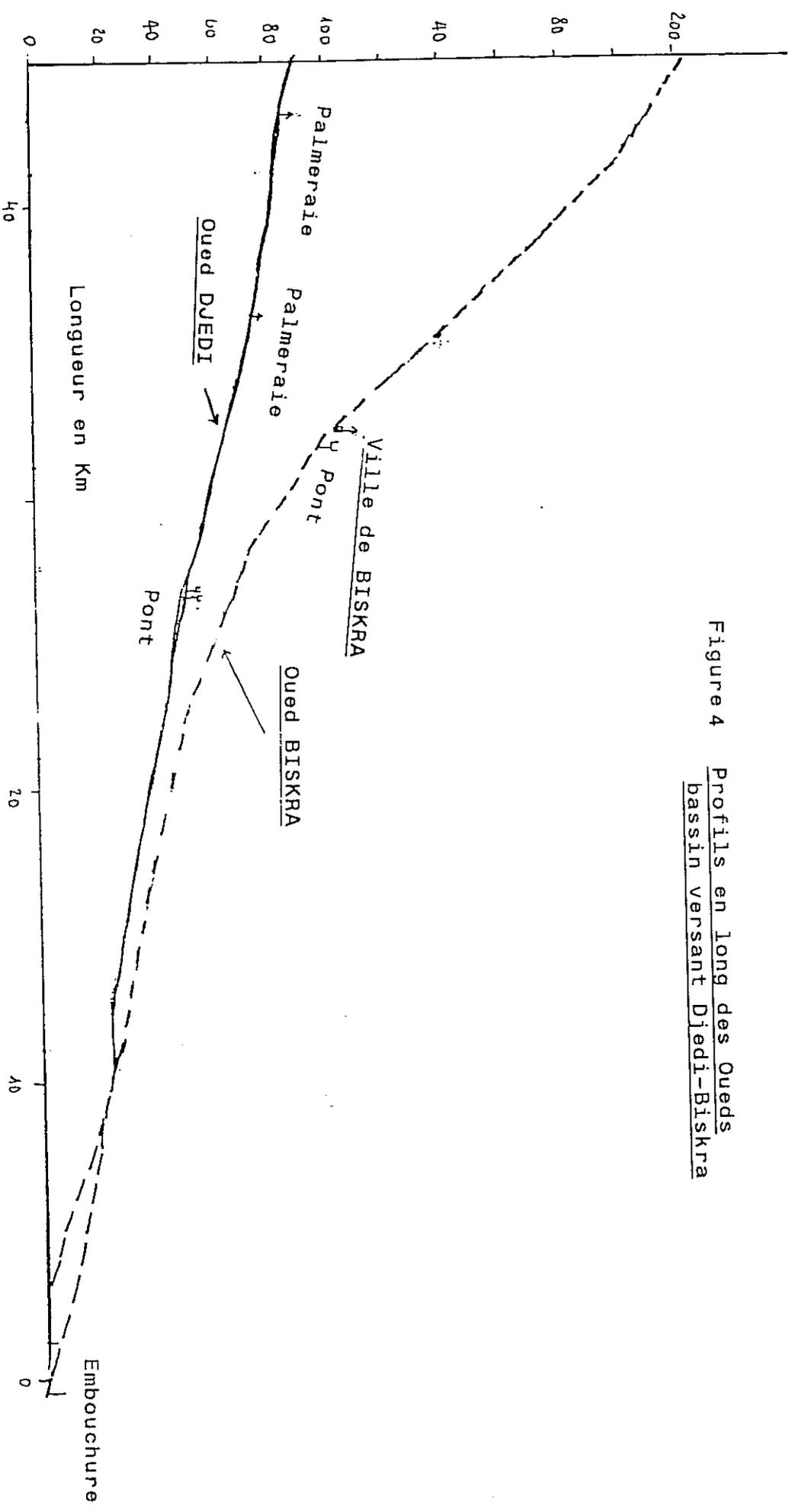


Figure 4 Profils en long des Queds
bassin versant Djedi-Biskra

Figure 5 Courbe hypsométrique et diagramme des fréquences altimétriques bassin O.Djedi-Biskra

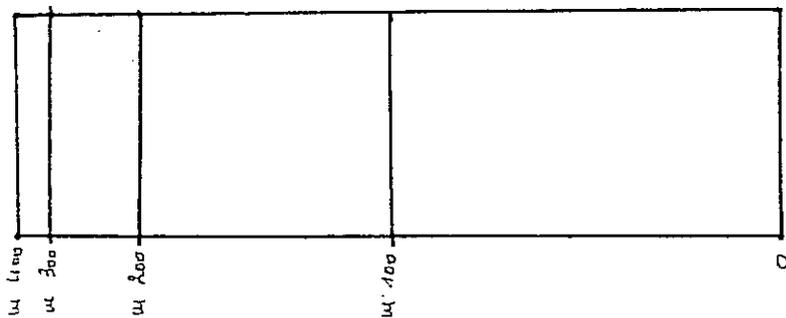
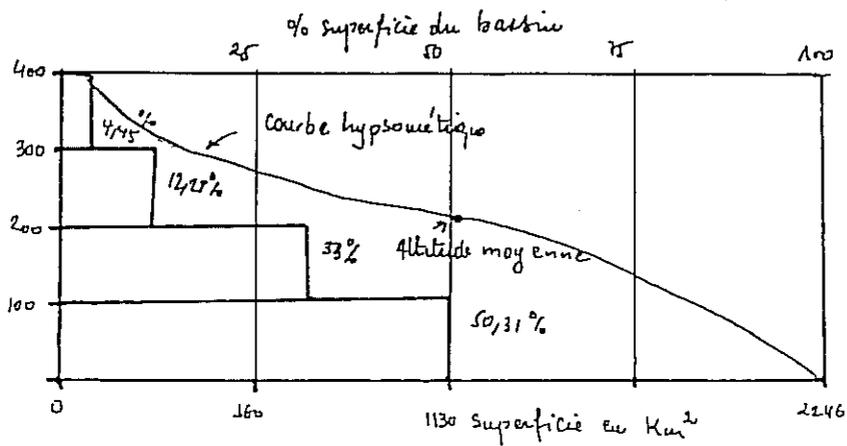


Figure 6 Rectangle équivalent bassin versant O.Djedi-Biskra

le Chott Melrhir un volume d'eau relativement important, résultant de précipitations supérieures à 400 mm et parfois plus.

IV- LES APTITUDES HYDROLOGIQUES ET AGRICOLES

Après, l'analyse structurale de la région, il a paru utile de parler de l'aptitude hydrologique et agricole des terrains. Nous traiterons de l'existence, du comportement et des possibilités d'exploitation des ressources aquifères souterraines dans lesquelles circulent ou se sont accumulées ces eaux et des différentes couches, qui constituent les réservoirs souterrains. D'autre part, nous étudierons la nature des sols; il importe de signaler l'absence totale d'étude pédologique de la région. Mais, nous essayerons ici de donner une idée générale sur les formations superficielles et les sols.

1- QUALITE DES DIFFERENTS TERRAINS

Cette qualité des terrains nous permet de connaître les éléments lithologiques, qui peuvent être une variable explicative des questions posées sur les ressources en eau dans les Zibans. En tenant compte à la fois de la perméabilité, de la fissuration et de l'extension spatiale des terrains, il convient de regrouper ceux-ci en trois ensembles. Par ordre chronologique, on peut distinguer : les terrains secondaires, les terrains tertiaires et les terrains quaternaires.

- les terrains secondaires: le secondaire est représenté dans la région, par les calcaires de l'Atlas saharien et dans les

Zibans par une série stratigraphique qui regroupe le Sénonien supérieur, le Sénonien inférieur et le Turonien. Cet ensemble de séries secondaires est dominé par des calcaires dolomitiques et des calcaires massifs formant des reliefs, parfois avec des passages d'argiles grises et calcaires marneux de Sénonien inférieur. Ces séries lithologiques possèdent une capacité d'eau souterraine limitée, car leur perméabilité est faible.

- les Terrains Tertiaires: ils regroupent plusieurs séries stratigraphiques : Pontien supérieur, Eocène moyen et inférieur et Pliocène. IL s'agit là d'un ensemble de terrains différents, tant par leur nature lithologique que par leur répartition spatiale. Mais, ils ont pour caractère commun une certaine capacité d'accumulation en eau (nappes), car leur perméabilité est élevée.

* le Pontien supérieur est représenté par des argiles et marnes multicolores souvent très sableuses, notamment dans la dépression de l'anticlinal du DJ.Bou-Rhezal. Au niveau des palmeraies, dans la plaine, il n'affleure pas. Mais certains sondages montrent qu'il est constitué de dépôts continentaux détritiques (argiles, sables, graviers et marnes), souvent il atteint 300 mètres de puissance dans le Zab Gharbi. Le Pontien supérieur renferme de bons niveaux aquifères, uniquement dans le Zab Chergui (plaine de Sidi Okba). Ces niveaux aquifères constituent des sables grossiers, des sables rouges et des formations argileuses. Certains niveaux sont perméables et n'assurent que de faibles débits.

* les séries de l'Eocène moyen et inférieur, se composent de calcaires, calcaires dolomitiques et calcaires blancs à silex noir. Leur épaisseur varie de 150 à 200 mètres. Les calcaires se rapportent en majorité à la nappe de Tolga (nappe des calcaires Eocène inférieur), qui constitue un ensemble de lithologie

homogène, réparti dans le Zab Gherbi.

Dans les palmeraies de Bouchagroun, Tolga et Foughala, les calcaires sont légèrement masqués par des sables argileux continentaux (Plio-Quaternaire), qui laissent soudre une série de sources. Ces calcaires sont bien fissurés par une importante évolution karstique, ce qui leur donne une perméabilité très élevée et une ressource en eau importante (sources et puits artésiens). Mais, le degré de fissuration n'est pas partout le même et varie de l'amont vers l'aval (en amont la fissuration est plus importante).

* les couches de la série Pliocène sont localisées près des zones des montagnes. Elles se présentent sous forme d'une alternance de poudingues, de grès et d'argiles sableuses. Dans l'ensemble, cette série est peu perméable. Les réservoirs sont liés aux niveaux grossiers et aux lentilles sableuses.

- Les formations Quaternaires: elles sont représentées par les alluvions récentes, formées le long des oueds ainsi que les terrasses, les formations de pentes et les glacis-cônes souvent encroûtés. Les alluvions récentes sont localisées dans la partie basse, depuis le Sud de Sidi Okba jusqu'à El-Feidh. Ce sont les alluvions limoneuses, imperméables, à la surface desquelles se forme une zone chotteuse. Cela détermine des nappes phréatiques facilement exploitables; elles sont répandues dans tous les Zibans. Les formations du Quaternaire sont aquifères, donnent des sources qui se déversent dans les alluvions. Ces alluvions forment une nappe phréatique d'inféoflux des oueds (nappe des alluvions de l'oued Biskra).

2- Aperçu sur la pédologie et aptitude agricole

Les sols que nous rencontrons dans le Sud Algérien, présentent un certain nombre de caractères communs à ceux d'autres régions arides. Le milieu est en effet, caractérisé par des pluies très faibles, très irrégulières et une évaporation très forte.

Placés dans des conditions aussi sévères, les sols ont une évolution faible, leur structure est généralement définie ainsi: les éléments minéraux assez altérés; les éléments solubles sont concentrés en surface et accumulés à un niveau ou un autre du profil jusqu'à donner naissance à des nodules ou à des croûtes calcaires gypseuses dite "deb-deb".

Si l'on définit le concept du sol, selon (BABUEL.A.F,1977), "comme un milieu vivant évoluant sous l'influence du climat, de la végétation et de la roche sur laquelle il se développe, des reliefs et des hommes". Il est nécessaire de mieux cerner quels sont les facteurs de la pédogenèse pour mieux analyser les sols des Zibans.

On sait que la roche et le relief d'une part et le climat d'autre part, influent beaucoup sur l'évolution du sol. Or dans les Zibans, la rareté de la végétation, due à l'aridité du climat, favorise plutôt sa dégradation. Les sols qui sont formés à leur surfaces proviennent donc de la dégradation physique ou chimique des sols, sous un climat depuis longtemps aride.

La plupart des études montrent que les sols du Sahara sont étroitement liés à la géomorphologie et la géologie du substratum de chaque région.

A l'intérieur des Zibans, s'étalent de modestes collines et de vastes plaines, constituée presque exclusivement d'alluvions continentales, dont les plus anciennes remontent au Miocène moyen. Les alluvions sont étalées dans les zones d'épandage de grands cours d'eau venus du Nord, puis on observe ceux de nature spéciale, qui ont comblé les cuvettes des Chotts et autres bassins fermés.

A peine masquées par un peu de sables ou couronnées par le "deb-deb", ces alluvions s'étalent dans la partie occidentale des Zibans (Zab Gherbi), et constituent la vaste plaine d'El-Amri, entre Tolga et Doucen. Elles sont, parfois argilo-calcaires; ces sols sont particulièrement fertiles et assurent une bonne production des cultures de maraichage et des dattes, comme le montrent le profil des sols et le tableau ci-après.

Profil de sol des palmeraies de (Tolga, Foughala et El-Amri).

- 0 - 20 cm sol noir très meuble et riche en débris végétaux et fumier;
- 20 - 30 cm horizon très meuble, riche en débris organiques et coloration variant du noir en haut, au rose en bas;
- 30 -100 cm horizon blanc avec teintes roses et grises de gypse. Le gypse compact présente une masse de granites de diamètre 0,5 à 2 mm, qui ne sont pas liés entre eux.

Les sols dans tous les profils sont alcalins et les couches compactes de gypse diminuent les pertes par l'infiltration. Elles contribuent ainsi, à l'augmentation de l'humidité de la partie supérieure du sol, durant les arrosages.

Tableau (1) Indice de fertilité des sols des Palmeraies de Tolga, Fougala et el-Amri

Profondeur	0-20	20-30	50-60	70-80	90-100	Cm
PH	7,90	7,90	7,94	7,95	7,70	
Gypse % 2H ₂ O	52,7	68,1	86,0	82,2	82,5	
Ca CO ₃	18,3	13,2	7,2	7,3	2,9	
Absorpt m/éq	7,31	4,42	1,96	2,11	1,54	
Humus %	2,46	1,20	0,42	0,23	0,19	
<u>Mobiles</u>						
P ₂ O ₅ mg/kg	31,5	10,8	3,8	3,6	3,4	
K ₂ O mg/kg	140,2	96,4	49,4	24,1	24	

Source: St: Ain Ben Naoui, 1967

Les données (analyses géochimiques) montrent que la partie principale des éléments nutritifs, se situent dans la couche de 0 à 30 cm, dont la teneur en humus est de 1,20 à 2,46 % et celle de P₂O₅ mobile est de 3,5 mg/kg. Les couches de 30 à 100 cm, sont très gypseuses (68 à 82 %) et la capacité d'absorption est très faible de 1,20 à 0,19.

Les racines des palmeraies, débutent à la profondeur de 30 cm et descendent jusqu'à un mètre. La couche végétale se trouve dans l'horizon de 30 à 70 cm. C'est une couche de gypse assez homogène et très compacte.

Ces sols renferment près de 68 % de sulfate de chaux, plus ou moins hydraté pour la commodité. Ils sont appelés sols gypseux (dans le Zab Gherbi), où se forme une croûte gypseuse; le gypse est mélangé à l'anhydrite appelé "deb-deb".

Les sols gypseux ou "deb-deb" sont les témoins de l'extension des sols salés après dissolution et entraînent des sels solubles vers le bas-fonds. La présence du gypse dans le Bas-sahara serait la preuve de l'existence ancienne d'une grande zone salée, qui s'étendait vers le Sud jusqu'à Touggourt (DURAND, J.H, 1988).

Les sols gypseux peuvent être cultivés, quand la croûte dure est brisée, ce qui permet de produire des bonnes récoltes.

* La constitution des sols du Zab Chergui est assez variable. Ces sols ont été classés en deux principaux groupes:

- Sols peu évolués regroupant les sols d'origine climatique, faisant partie des sols sub-désertiques;
- Sols halomorphes regroupant, des sols à structure non dégradée et des sols salins.

Les sols du périmètre qui nous intéresse, où les palmeraies sont installées, sont pour l'essentiel limono-argileux. Leur épaisseur est de l'ordre de 60 à 70 cm de profondeur. La constitution de cet horizon limono-argileux est liée à l'irrigation traditionnelle, qui a accumulé durant des siècles, les éléments très fins en suspension dans les eaux de ruissellement utilisées. Ces sols sont très favorables à diverses cultures, une fois résolu le problème de l'irrigation. Seuls les palmiers ne supportent pas les sols argileux. Leurs racines doivent atteindre en profondeur la couche sableuse, ce

qui exige des travaux importants pour la plantation de ce type de cultures.

* le reste des sols, cultivés en blés, sont composés d'argiles légères sombres de 0 à 40 cm;

L'horizon de 40 à 60 cm passe au sable gris, il est suivi par des sables faiblement humides, très meuble, gris et fins;

La capacité de rétention du sol de Sidi Okba, est assez faible. Elle diminue en profondeur; les couches supérieures (0 à 40 cm), ont une capacité de rétention de 25 % contre seulement 9 à 12 % dans les couches profondes.

- un autre type de sols est représenté par les sols halomorphe, ou sols salés. Le nom de sol salé, selon DURAND J.H (1988), est préférable, car il indique la présence de sels solubles.

Les principales origines des sels solubles dans les Zibans (comme dans le Bas-sahara) sont les sédiments marins argileux ou schisteux, qui se rencontrent dans les couches géologiques à la base du Cénomaniens, du Sénonien et enfin l'Eocène moyen; après le retrait de la mer éocène, les formations du Miocène continental ont été alternativement sableuses et argileuses. Les nappes qu'elles renferment, sont très minéralisées (notamment les nappes phréatiques).

Les sols salés se rencontrent entre Ain Ben Naoui et Oumache (Zab Gherbi) et dans le Sud de Sidi Okba (Zab Chergui), où se trouvent les zones chotteuses. Ces sols sont couverts d'une croûte qui peut dépasser 10 cm d'épaisseur.

CONCLUSION

De ce qui vient d'être exposé, nous devons extraire du substratum géologique des deux domaines, ce qui est essentiel pour l'hydrogéologie.

Par sa position géographique, la région des Zibans est une région de contraste structural, entre deux domaines géologiques et morphologiques distincts : le domaine atlasique du Nord et le domaine saharien du Sud.

Le domaine atlasique s'étend du Nord-Est au Sud-Ouest, il se caractérise par de nombreuses formations aquifères, communiquant plus ou moins facilement entre elles ; la sédimentation du Cénomaniens, du Turonien et Maestrichtien est parfois aquifère. Mais le réservoir principal correspond aux puissantes formations gréseuses du Crétacé inférieur, notamment dans l'Aurès, dont "la puissance des grès est de 700 mètres" (LAFFITTE.R, 1939).

Au pied de l'Atlas saharien, les faciès continentaux s'enfoncent sous les formations plus récentes par l'accident sud-atlasique, qui n'interrompt pas la continuité du continental intercalaire (le grès).

Au Crétacé inférieur, la sédimentation continentale a été généralisée, auparavant elle n'a pu exister que dans les zones déprimées peu étendues. Le toit de ce complexe gréseux est mieux marqué que sa base correspondant, à la transgression du Cénomaniens à faciès lagunaire argilo-gypseux. Cette série argilo-gypseuse recouvre les grès du continental intercalaire sur la plus grande partie du Sahara Algérien.

- dans les Zibans (domaine saharien), on observe la superposition des principaux réservoirs aquifères qui sont: les calcaires dolomitiques et calcaires blancs à silex noir, du Cénomaniens, du Turonien, du Sénonien supérieur et Eocène inférieur, se relèvent dans les contreforts de l'Atlas, où ils affleurent largement. Les calcaires Turoniens, situés près du col à la faveur d'anticlinaux érodés, drainent eux-aussi, grâce à leurs fissures, une partie de la nappe. Ils donnent des sources sur le piémont sud de l'Aurès (ex: Ain Chetma) et sur le flanc sud du DJ. Bou-Rhezal (ex: Ain Hammam).

Mais, souvent dans les Zibans, l'eau des sources et des forages provient à la fois des formations marines du Turonien et des celles du Sénonien-Eocène inférieur.

Située au pied des montagnes, la région des Zibans présentent l'avantage dans le Bas-sahara d'associer l'utilisation des eaux souterraines et celle des eaux de surface. Mais, partout ailleurs dans le Bas-sahara, la vie des hommes et des cultures repose sur l'abondance des eaux souterraines.

Ce sont les eaux des oueds du nord qui commandent les nappes souterraines et en grande partie la pédologie: soit par les mécanismes naturels d'infiltration et l'évaporation, soit parce que leur présence en profondeur a incité les hommes à créé un terrain cultivé, où les sols ont un caractère en partie artificiel, soit enfin parce que l'irrigation a entraîné des dépôts argileux superficiels, permettant au sol d'avoir une certaine capacité d'échange.

CHAPITRE II

LES CONDITIONS CLIMATIQUES DE LA REGION DE BISKRA

Plus que d'autres facteurs, le climat est le facteur le plus déterminant des ressources en eau. Les pluies, les températures, le vent, l'évaporation et d'autres phénomènes atmosphériques constituent le climat des Zibans.

Ainsi donc, les mesures de la hauteur des précipitations sont indispensables, pour connaître les ressources en eau et les besoins en irrigation. Les mesures des températures sont nécessaires, pour la détermination des cultures à pratiquer.

Le climat du Sahara proprement dit est bien connu, pour ses températures maximum très élevées, son caractère continental, sa grande sécheresse, qui font de ce pays le type même de région chaude.

La bordure (les Zibans) coïncide avec l'isohyète de 200 à 100 mm. Les précipitations et les facteurs climatiques, dans leur ensemble variables dans le temps et l'espace, permettent d'expliquer quantitativement les variations du régime hydrologique dans la région.

Nous consacrerons ce chapitre aux développements des conditions climatiques et spécialement des précipitations.

Les caractères thermiques seront étudiés, notamment l'importance de la saison sèche et donc l'effet déterminant l'évapotranspiration potentielle, paramètre essentiel pour déterminer les besoins en eau d'irrigation.

I - LES PRECIPITATIONS

Dans le cadre de l'analyse des précipitations, nous allons tout d'abord donner une brève analyse de la période de 1913/14-1960/61, pour Biskra et Ouled Djellal, puis, nous insisterons sur la période de 1969/70-1982/83 pour la station de Biskra, que nous avons traitée séparément, pour donner une idée sur le régime pluviométrique de cette station et l'importance de leur variabilité pour l'alimentation des eaux souterraines.

Tableau 2 Précipitations Moyennes Annuelles de Différents Domaines

STATIONS	ALT	Périodes	Moyenne Annuelle	Domaines
BISKRA 1	124 M	1913-1961	148 mm/an	saharien
2	87 M	1968-1982	145 mm/an	saharien
Barrage	100 m	1968-1982	127 mm/an	Saharien
O. DJELLEL	196 m	1913-1961	125 mm/an	Saharien
DJEMORAH	540	1986-1985	138 mm/an	Atlasique
KANTARA	513	1913-1957	218 mm/an	Atlasique
		1968-1978	207 mm/an	

(1) Ancienne station située au centre de la ville

(2) station récente située à l'aérodrome au Sud de la ville à 3 km.

Le tableau (2) montre les moyennes annuelles des précipitations des stations de la région ; l'état de ces données pluviométriques, portant respectivement sur les périodes anciennes et récentes.

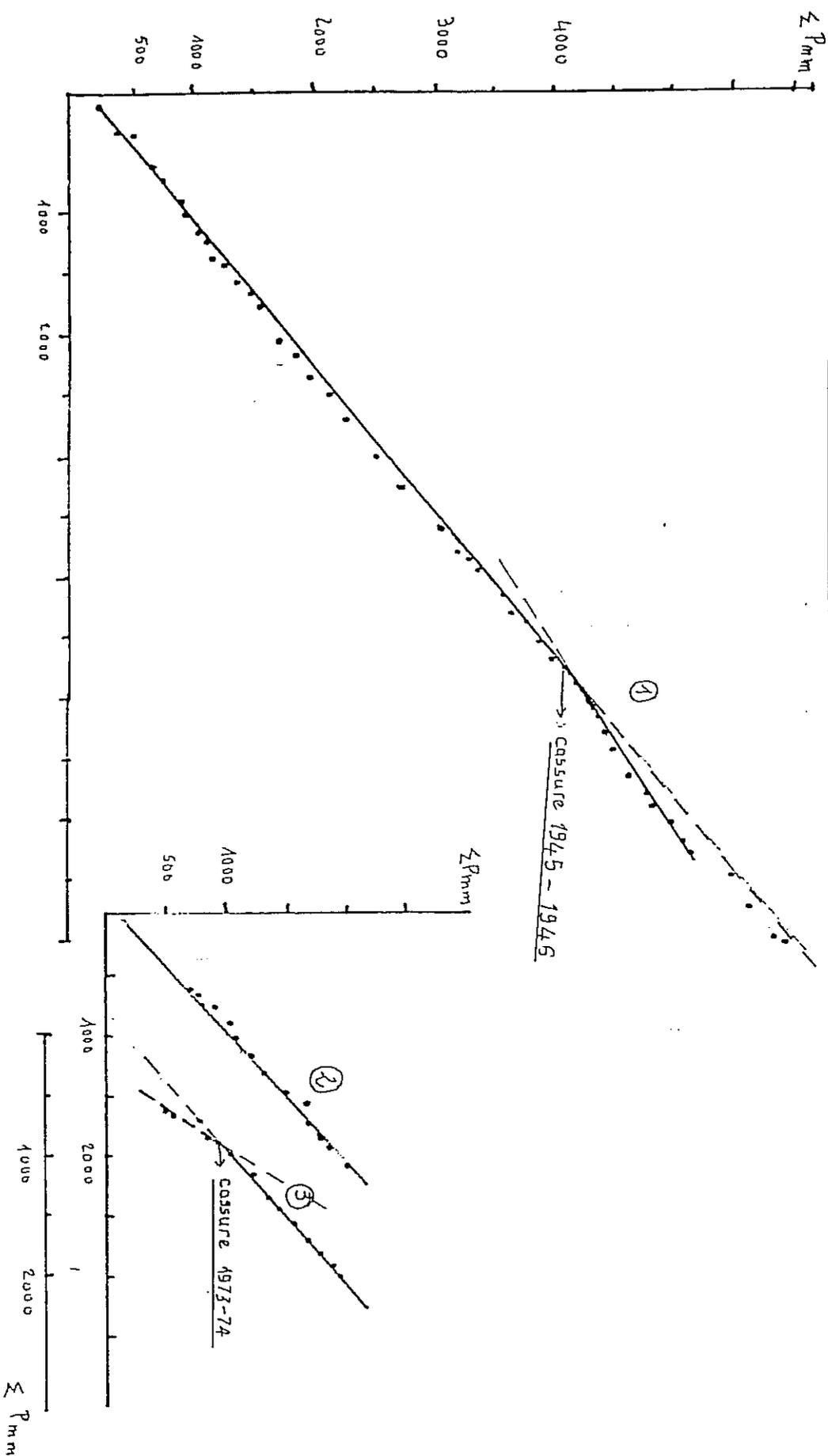
A - CRITIQUE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES

Nous avons établi par le moyen de la méthode des "doubles-cumuls" une vérification complète de l'homogénéité des taux annuels (figure 7). Cette méthode consiste à comparer les totaux cumulés relevés aux postes pluviométriques à ceux d'un poste de référence ayant fonctionné sur une période longue et continue.

Les courbes de masse, se tracent à partir des pluies annuelles dans la plupart des cas ; ces pluies annuelles sont réparties suivant une loi de GAUSS, ce qui implique une corrélation linéaire entre les stations. Si les observations sont correctes, en ce qui concerne les deux stations, la courbe de double masse, doit être une droite avec, évidemment, une certaine dispersion au niveau des points expérimentaux. Au contraire, on constate que les courbes (1) et (3) se composent de deux segments de droite : station de BISKRA-DJEMORAH et BISKRA-OULED DJELLAL (figure 7).

Cela signifie que l'une des stations comporte une erreur, lorsque les deux courbes montrent une cassure, qui correspond au cours de l'année (1973-1974) pour Biskra-Djemorah et l'année (1945-1946) pour Biskra-Ouled Djellal. Il s'agit de la station de Djemorah (3), où plusieurs changements, se sont produits dans l'emplacement du pluviomètre. Par contre pour la courbe (1), nous ne pouvons avancer aucune explication pour la simple raison, que les données (ou archives), n'existent pas à ce propos.

Figure 7 Critique des données pluviométriques par la méthode des double-cumuls



La courbe (2) montre qu'il n'y a en aucun changement dans l'exploitation des stations (BISKRA-FOUM-EL-GHERZA).

1- Des faibles précipitations

Tout comme le milieu physique qui à travers l'altitude perd de son importance du Nord au Sud, la répartition spatiale des précipitations indique une diminution des pluies du Nord au Sud.

En effet, au Nord où l'altitude est importante, les pluies le sont aussi ; on enregistre 400 à 500 mm, notamment dans les AURES (carte 6); vers le Sud la gamme moyenne annuelle diminue rapidement et à 20 km à vol d'Oiseau, on enregistre 100 à 200 mm/an. C'est-à-dire que le gradient de décroissance est élevé, il est d'environ 15 mm/km.

2- Carte des isohyetes (carte 6)

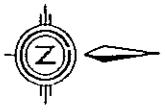
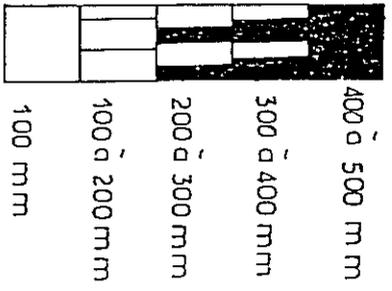
La carte relative à la répartition spatiale des pluies (extrait de la carte d'Algérie 1971) montre la nette opposition entre le domaine atlasique et le domaine saharien. En effet, les pluies augmentent avec l'altitude comme le montre la carte. Mais, elles sont plus élevées sur les versants exposés aux vents humides (Ouest des Aurès), que les autres (ex: versant oriental des Aurès).

Le domaine atlasique se caractérise par des pluies relativement importantes (200 à 500 mm/an).

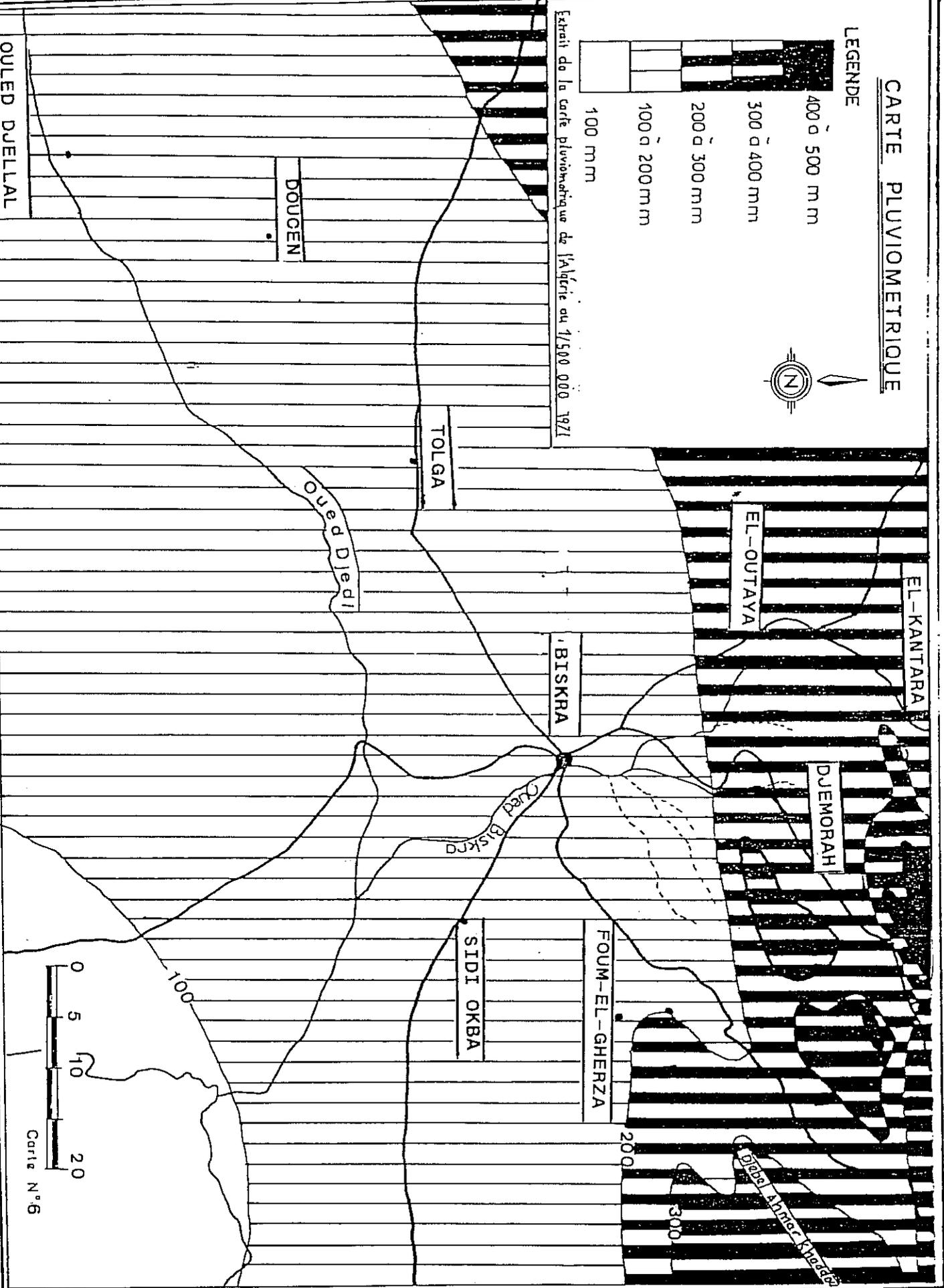
Le domaine saharien se caractérise par la faiblesse des pluies, la moyenne annuelle est inférieure à 200 mm (BISKRA: 145 mm). Notre région (les Zibans) se trouve dans la gamme de 100 à 200 mm, ce qui représente une nette faiblesse pluviométrique.

CARTE PLUVIOMETRIQUE

LEGENDE



Extrait de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000 1971



Carte N°6

B - L'ANALYSE DE LA PERIODE (1913/14-1960/61)

1- Les précipitations annuelles

Une hauteur de pluie annuelles est la somme de 365 variables aléatoires. Ces variables ne sont pas absolument indépendantes puisqu'il existe des variations cycliques..(M. ROCHE,1963).

La quantité des pluies annuelles qui tombent dans les Zibans, varie entre 148 mm à Biskra et 125 mm à Ouled Djellal, pendant la période (1913/14-1960/61). Cette pluviosité est irrégulière d'une année à l'autre et au cours même de l'année.

Le phénomène de variation interannuelle des modules pluviométriques est exprimé par le coefficient de variation (CV), qui traduit la dispersion relative des pluies (1). Ceci nous amène à chercher au préalable la loi d'ajustement la mieux adaptée à la distribution des pluies annuelles. IL semble la loi d'ajustement le mieux adaptée à la distribution des pluies annuelles dans notre région, est la loi de Gauss, comme le montre l'exemple de Biskra (fig 8).

L'échantillon dont nous disposons contient 48 années de valeurs de pluies annuelles.

Les données sont classées par ordre d'accroissement pour chaque valeur, on a déterminé la fréquence de dépassement $F1=n-1/2 /N$.

(1) $CV = \frac{\mathcal{L}}{P}$ avec P= Pluviométrie moyenne annuelles
P \mathcal{L} = Ecart type

hauteur de
Pluie
(mm)

Figure 8 Ajustement à une loi de GAUSS des hauteurs
annuelles des Pluies ST: BISKRA (1913/14-1960/61)

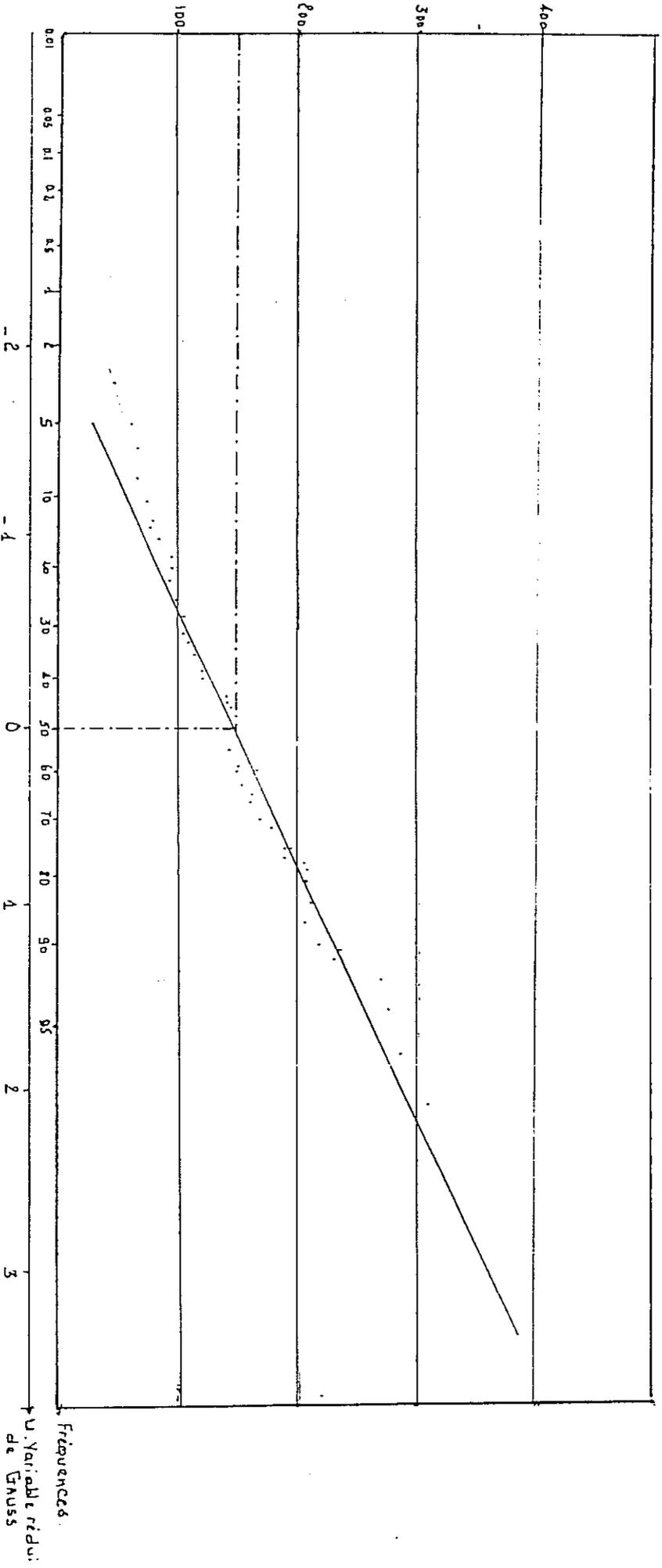


Tableau 3 Caractéristiques de la pluviométrie mensuelle

STATIONS	BISKRA			OULED DJELLAL		
	P	β	CV	P	β	CV
Septembre	14	19,15	1,36	12	18,32	1,49
Octobre	16	17,67	1,11	17	26,43	1,64
Novembre	21	30,06	1,44	15	17,54	1,19
Décembre	16	17,84	1,11	13	18,74	1,47
Janvier	15	17,47	1,14	12	18,60	1,58
Février	11	15,85	1,51	9	12,35	1,46
Mars	18	19,14	1,08	13	15,51	1,25
Avril	13	15,30	1,15	13	15,31	1,33
Mai	11	13,80	1,22	11	18,20	1,63
Juin	7	10	1,67	6	9,89	1,63
Juillet	2	3,7	2,42	2	4,78	2,18
Août	4	9,69	2,42	2	4,78	2,18

2- L'irrégularité intréannuelle

L'irrégularité interannuelle des modules pluviométriques peut être concrétisée simplement par les rapports du module de l'année la plus humide et de l'année la plus sèche au module moyen d'une longue période, ou bien par l'écart à la moyenne.

L'irrégularité interannuelle est bien concrétisée par l'écart à la normale (E_i) de chaque année. Elle correspond à l'excédent ou au déficit des précipitations de l'année considérée rapportée à la moyenne de 48 années d'observation (tableau 4 et figure 10).

1934-1935 est l'année la plus humide pour les deux stations, l'écart à la moyenne est très élevé et correspond à 138 % pour BISKRA, 169 % pour OULED DJELLAL ; l'année la plus sèche correspond à 1946-47 pour BISKRA et 1944-45 pour OULED DJELLAL.

Tableau 4 Ecart à la moyenne des précipitations annuelles

Année	BISKRA	O. DELLAL	Année	BISKRA	O. DELLAL
1913/14	-5,7	+ 108,25	1937/38	-35,61	-29,25
1914/15	+15,03	+ 25,55	1938/39	-42,86	+71,25
1915/16	-47,46	- 16,86	1939/40	-12,59	-44,81
1916/17	+48,54	+ 47,42	1940/41	-28,71	- 5,49
1917/18	-29,05	- 21,67	1941/42	- 7,31	- 2,44
1918/19	+30,13	- 0,06	1942/43	+ 1,02	-31,52
1919/20	- 8,33	- 67,80	1943/44	-48,68	-22,23
1920/21	- 5,48	+ 5,33	1944/45	-71,23	-78,61
1921/22	-57,82	- 61,55	1945/46	-32,57	-18,14
1922/23	- 5,42	- 65,02	1946/47	-75,22	-67,96
1923/24	-55,25	- 32,16	1947/48	-18,09	-66,36
1924/25	-20,65	+ 10,16	1948/49	+ 7,11	-35,13
1925/26	-40,35	- 46,34	1949/50	-33,92	-72,77
1926/27	-11,78	- 25,11	1950/51	- 1,15	-42,73
1927/28	+82,74	+ 26,34	1951/52	+26,34	+35,44
1928/29	- 1,08	- 3,0	1952/53	- 3,18	+ 2,68
1929/30	+ 3,93	+ 9,49	1953/54	-22,55	-31,76
1930/31	+11,58	+ 6,53	1954/55	-34,19	-16,38
1931/32	+43,81	+ 20,54	1955/56	+30,60	-41,93
1932/33	+90,93	+113,46	1956/57	-28,77	-58,17
1933/34	+92,85	+ 65,0	1957/58	+48,14	+193,9
1934/35	+138,59	+168,8	1958/59	+51,25	-29,25
1935/36	+10,63	- 41,93	1959/60	+65,14	+79,09
1936/37	-55,38	- 10,61	1960/61	-43,87	-31,12

L'Analyse de variabilité annuelle des précipitations. mérite d'être complétée par une étude fréquentielle, c'est-à-dire l'estimation des valeurs limités atteintes ou dépassées pendant une période donnée.

Tableau 5 Précipitations annuelles fréquentielles

ST	α	Années sèches				P	Années humides			
		F=0,01	F=0,02	F=0,1	F=0,5		F=0,90	F=0,98	F=0,99	
BISKRA	67	0	10,5	62,0	148	233	285	303		
O.DJELL	70	0	0	35,1	125	215	269	288		

Cettes estimation des précipitations fréquentielles (Pf), en année humide et en année sèche, se fait en appliquant l'équation de la variable réduite de Gauss: (Uf).

$$Uf = \frac{Pf - P}{\sigma} \quad \text{où} \quad Pf = p + uf \cdot \sigma$$

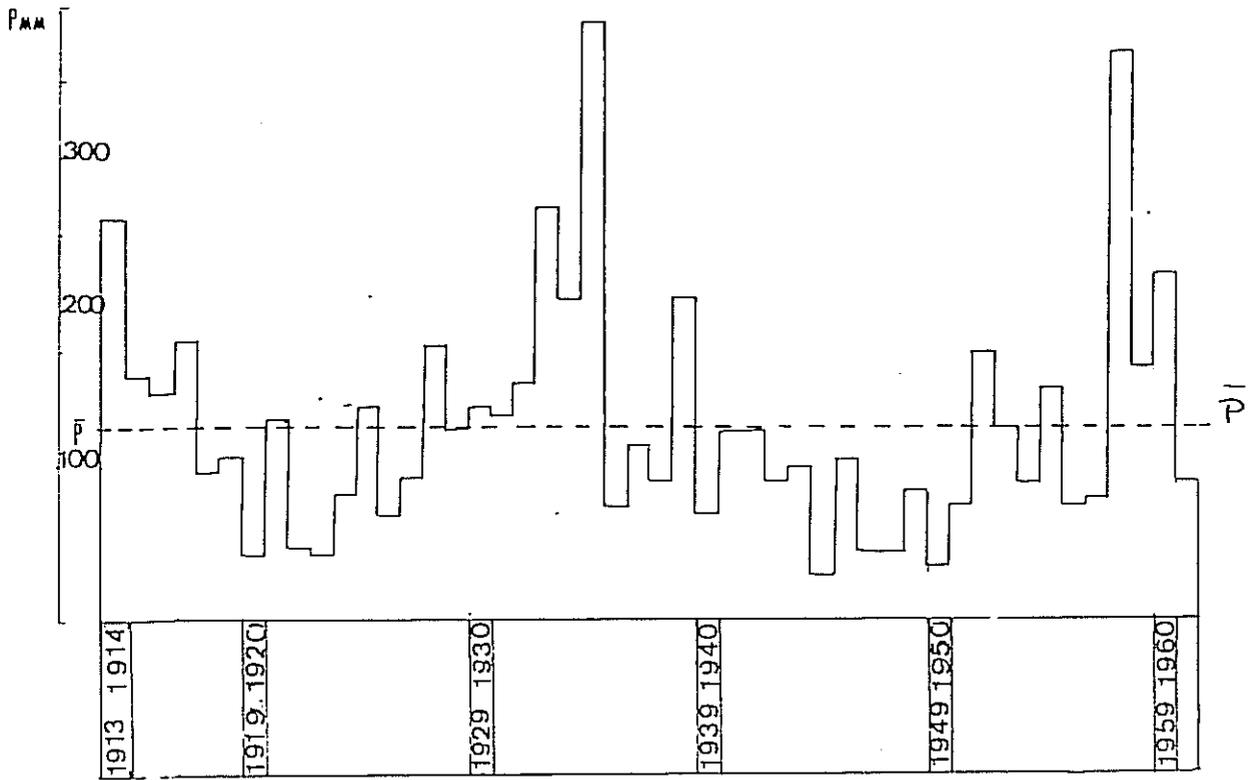
Les valeurs des variables réduites, correspondant aux fréquences retenues (2,10,50 et 100 ans), sont données par la table de Gauss.

Tableau 6 Caractéristique de la pluie annuelle (1913-1961)

ST	ALT	P max	P mini	P	α	CV
	m	mm	mm	mm		
Biskra	124	352	37	148	67	0,46
		1934-1935	1946-1947			
O.Djellal	196	376	27	125	70	0,57
		1934-1935	1944-1945			

VARIATIONS INTERANNUELLES DE LA PLUVIOMETRIE

ST DE OULED DJELLAL



ST DE BISKRA

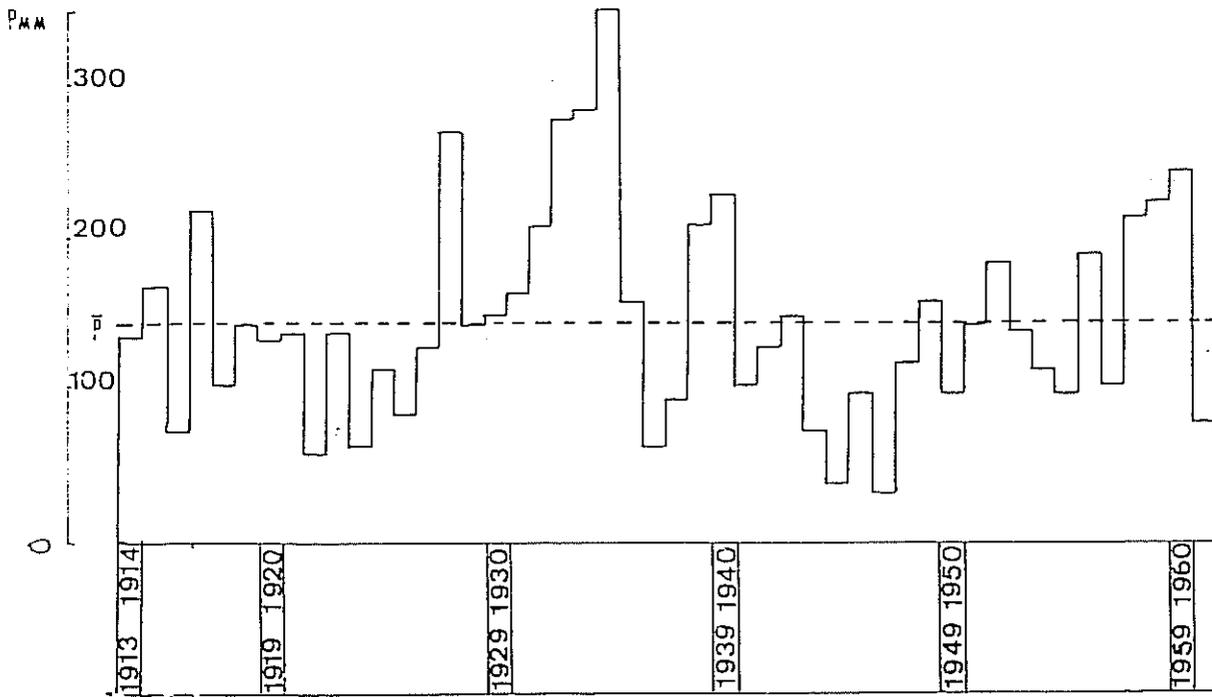
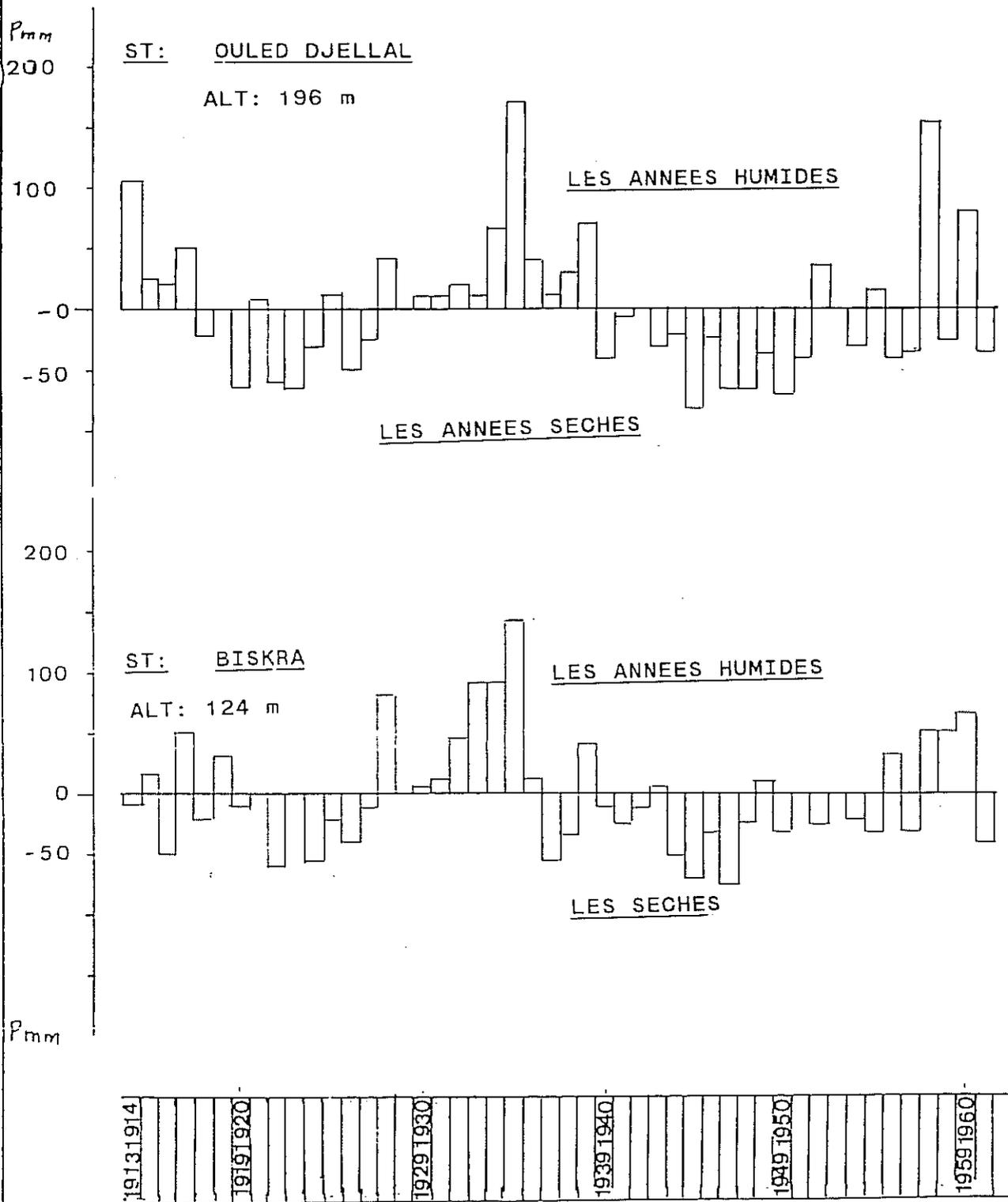


Figure 10 ECART A LA MOYENNE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES



Le tableau (7) représente les valeurs des variables réduites, correspondant aux fréquences retenues; cela nous permet de dresser le tableau des précipitations annuelles fréquentielles (années sèches et années humides).

Tableau 7 Les valeurs des variables réduites

Fréquences	Années Humides		Années Sèches	
	F	u	F	U
Biennale	0,5	0	0,5	0
Décennale	0,9	1,28	0,1	- 1,28
Cinquante	0,98	2,05	0,02	- 2,05
Centennale	0,99	2,32	0,01	- 2,32

3- La répartition des pluies mensuelles et saisonnières

La répartition mensuelle des précipitations dans l'année et ses variations conditionnent le régime d'écoulement, ainsi que celui des nappes aquifères. La connaissance de la répartition saisonnière fait ressortir la saison pluvieuse ou non pluvieuse.

3-1- Les pluies mensuelles

Le tableau (8) et les courbes (11) montrent la répartition de la pluviométrie mensuelle. Pour mieux mettre en évidence cette répartition des pluies, on calcule souvent le "coefficient de variation mensuel" lequel traduit le mieux cette variabilité.

On constate que le (CV) est très fort durant tous les mois de l'année et notamment en été (variabilité due probablement aux orages).

Tableau 8 Moyennes mensuelles des précipitations
(1913/14-1960/61)

ST	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	Année
BISKRA	14	16	21	16	15	11	18	13	11	7	2	4	148
O.DELLAL	12	17	15	13	12	9	13	13	11	6	2	2	125

3-2- La répartition saisonnière

On adopte la saison agricole (automne: sept, oct et nov). Le tableau ci-après nous donne la répartition de la pluies par saison en pourcentage de la pluviosité totale annuelle pour les deux stations (Biskra et O.Djellal).

Tableau 9 Répartitions saisonnières des pluies

STATIONS	AUTOMNE			HIVER			PRINTEMPS			ETE		
	mm	%		mm	%		mm	%		mm	%	
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
BISKRA	51	34	42	29	43	29	12	8				
O.DJELLAL	44	35	33	27	37	30	10	8				

Figure 11 Moyennes Mensuelles des Précipitations

Période (1913/14-1960/61)

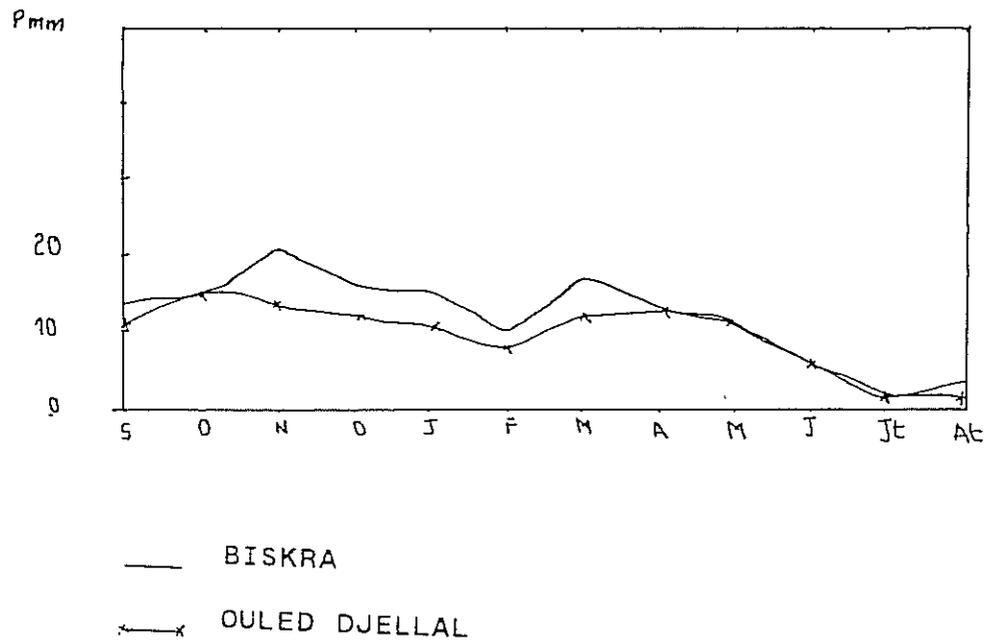
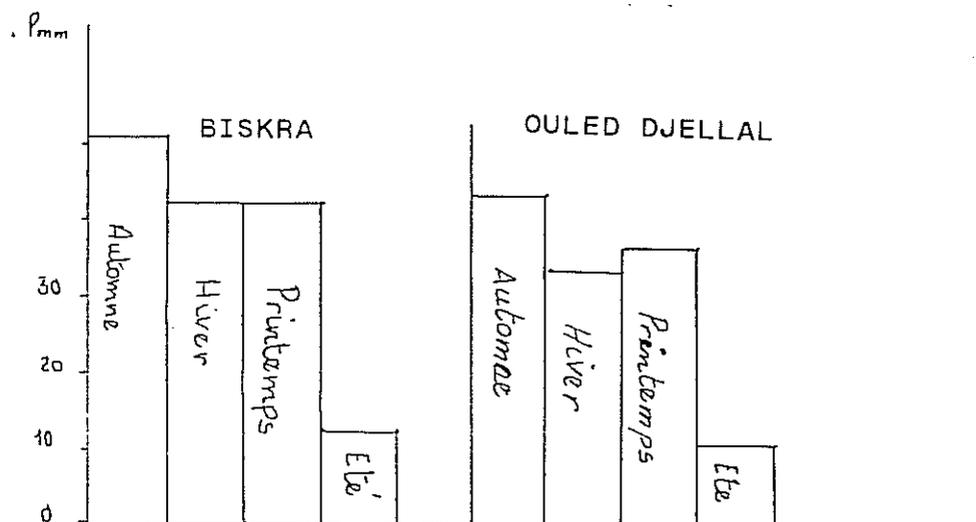


Figure 12 Répartitions Saisonnières des Précipitations

Période (1913/14-1960/61)



- l'automne est la saison la plus pluvieuse sur l'ensemble de la région. Il tombe en moyenne pendant cette saison de 34 % à Biskra et de 44 % à O.Djellal du total annuel.

- l'hiver est la deuxième saison avec le printemps, pour les deux stations. La hauteur moyenne de pluie reçue pendant ces saisons représente de 29 à 30 % de la moyenne annuelle.

- l'été est la moins pluvieuse de toutes les saisons et représente 8 % de la pluviosité annuelle pour les deux stations.

Les pluies sont caractérisées par leur grande irrégularité; faibles pendant l'hiver et le printemps, nulles en été, elles peuvent être importantes pendant l'automne.

• Pour mieux caractériser la pluviosité propre à la région, il est nécessaire d'analyser la série récente de Biskra (station 87m) séparément, pour mieux comprendre le régime pluviométrique de cette station.

C- L'ANALYSE DE LA PERIODE (1969/70-1982/83)

Par cette tentative, deux objectifs sont visés : le premier est de compléter le chapitre climatique parce qu'apporte celui-ci en matière d'information; le second est modeste contribution méthodologique à la analyse des pluies. Le cas de la station de Biskra, située à 3 km au Sud de la ville (Aérodrome, 87 m d'altitude) a été choisi, car elle dispose des données récentes au niveau des pluies et elle représente la région des Zibans.

Pour voir le degré de la fiabilité de ces données, nous avons comparé les moyennes de cette période (1969/70-1982/83) à celles des moyennes des séries (1913/14-1937/38) et (1913/14-1960/61). Les résultats sont portés sur le tableau ci-après.

Tableau 10 Comparaison entre les données anciennes et récentes à Biskra

Période	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	Année
1970-83	35	21	16	10	10	7	10	13	11	3	2	7	145
1913-38	17	15	22	18	17	10	19	10	15	8	2	3	156
1913-61	14	16	21	16	15	11	18	13	11	7	2	4	148

Ces données sont représentés par le graphique (13). La traduction graphique de ces données nous donne presque la même profil, notamment les séries (1913-1938) et (1913-1961). Cependant, les valeurs moyennes calculées de la série (1969/70-1982/83), sont faibles par rapport aux autres séries.

Cette faiblesse s'explique parce que la période de 1970-1983 coïncide avec un cycle non pluvieux au niveau de l'Est Algérien, selon (A.ANSER et S.BELALA, 1980).

1- Répartition Temporelle

L'étude de ce paramètre, nous permet de voir comment s'organisent ces pluies dans le temps, ceci à travers la distribution saisonnière et le régime pluviométrique de cette station.

a- Les mois pluvieux et les mois non pluvieux

Pour distinguer les mois pluvieux des mois non pluvieux, on se réfère à la moyenne arithmétique (ou coefficient pluviométrique en %) d'une précipitation moyenne mensuelle fictive égale au 1/12 du module pluviométrique annuel. C'est-à-dire qu'un mois est considéré comme pluvieux, si sa moyenne est supérieure à 8,3 %. Dans le cas contraire, il est non pluvieux. Comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 11 Coefficient pluviométrique en %

Paramètre	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	Année
_____	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
M.mensuelle	35	21	16	10	10	7	10	13	11	3	2	7	145
_____	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
C.P en %	24	14	11	7	7	5	7	9	8	2	1	5	100

Si on considère (8,3 %) ce chiffre comme médiane de cette série, on remarque que quatre (4) mois sont supérieurs à 8,3 %

Figure 13 Comparaison entre le données anciennes et récentes

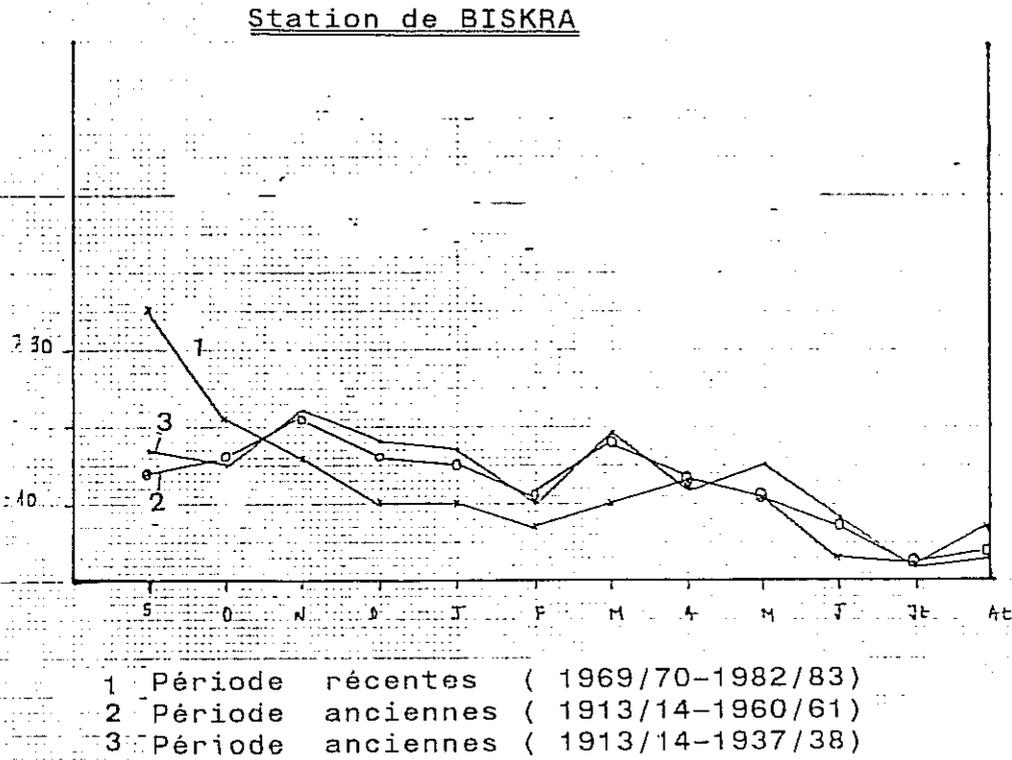


Figure 14 Coefficient pluviométrique en %

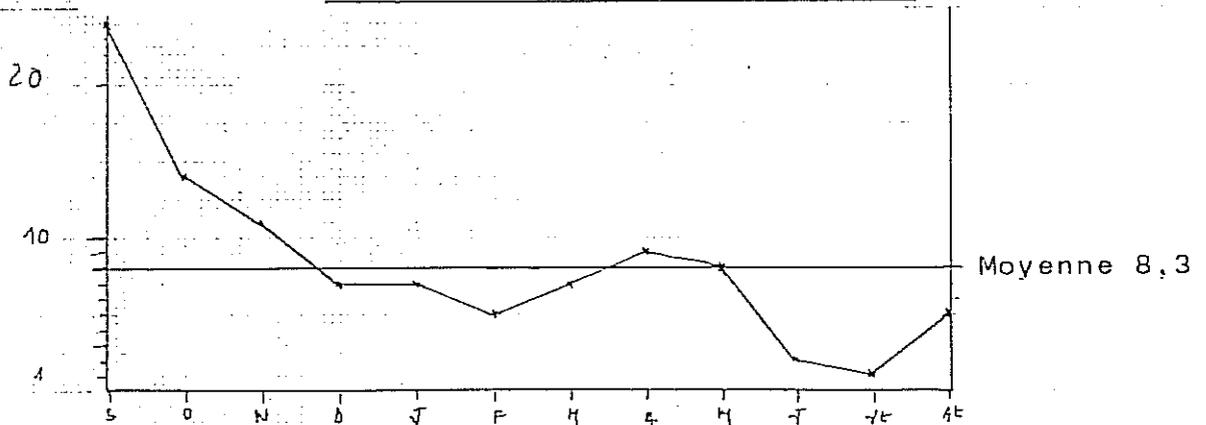
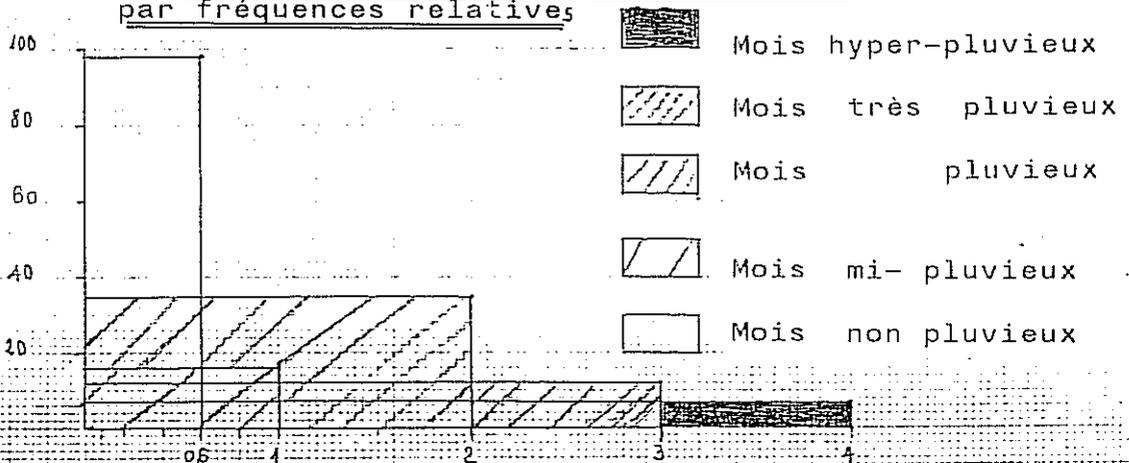


Figure 15 Les mois pluvieux et les mois non pluvieux par fréquences relatives



et les autres sont inférieurs. La traduction des moyennes mensuelles en valeurs relatives, ou coefficient pluviométrique, par la courbe (14) permet de distinguer les mois pluvieux et les mois non pluvieux. Ces mois révèlent l'existence de deux cycles l'un pluvieux l'autre non pluvieux.

- le premier (pluvieux), est le plus important, commence en septembre et s'achève en novembre. Le maximum se distingue au mois de septembre avec 24 %.
- le second cycle non pluvieux est le plus long, il débute en décembre et prend fin en août.

b- Apports saisonniers

La somme des moyennes mensuelles des mois composant chaque saison, nous donne l'apport saisonnier:

l'automne	72 mm, soit 49,65 %
le printemps	34 mm, soit 29,44 %
l'hiver	27 mm, soit 18,62 %
l'été	12 mm, soit 8,27 %

On constate clairement que l'automne est la saison la plus pluvieuse, il représente de 1/2 du total annuel.

2- Variation systématique des pluies suivant les mois

La répartition des pluies suivant les différents mois de l'année, peut être schématisée par le caractère pluvieux d'un mois, on a calculé le rapport entre la quantité de chaque mois et sa moyenne sur la période de 14 ans. Ces rapports se calculent de cette manière (degré de pluviosité de chaque mois).

P mm de mois d'une année

Moyenne mensuelle de ce mois

Le tableau (13), nous montre les rapports à travers la période (14 ans), pour définir le degré de pluviosité de chaque mois, nous avons adopté la définition de (A.HALIMI, 1980), qui est la suivante :

< 0,60	mois non pluvieux
0,61 à 1,00	mois mi-pluvieux
1,01 à 2,00	mois pleuvieux
2,01 à 3,00	mois très pluvieux
Plus de 3,01	mois hyper-pluvieux

Tableau 12 Le degré de pluviosité par mois et par fréquences

	Classe	Fréquence absolu	Fréquence relative	Fréquence cumulé
Mois non pluvieux	< 0,60	98	0,58	0,58
Mois mi-pluvieux	0,61 à 1,00	16	0,09	0,67
Mois pluvieux	1,01 à 2,00	35	0,20	0,87
Mois très pluvieux	2,01 à 3,00	12	0,07	0,94
Mois hyp-pluvieux	Plus de 3	7	0,04	0,98
		168	100	100

La répartition de ces mois par classes de pluviosité (ou degré pluviosité) est représentée sur le graphique (15). On note surtout le nombre élevé des mois non pluvieux (98 mois), qui représente 58 % de fréquences relatives et le nombre des mois pluvieux (35 mois), qui représente 2 mois sur 10 pluvieux seulement.

Pour mieux caractériser la pluviosité, on représente les séquences par saisons dans le tableau ci-après: séquences non pluvieuses et séquences pluvieuses.

Tableau 13 Les séquences pluvieuses et non pluvieuses

Saison	Séquences pluvieuses		Séquences non pluvieuses	
	mois	Apports relatifs	mois	apports relatifs
Automne	11	20,37	31	27,19
Hiver	15	27,77	27	23,68
Printemps	14	25,92	28	24,56
Eté	14	25,92	28	24,56
Total...	54	100	114	100

Sur une période de 14 ans, soit 168 mois, on compte seulement 54 mois pluvieux, soit 32 % du total, le reste étant des mois non pluvieux.

Nous allons étudier ces séquences par saisons qui sont deux types: les séquences pluvieuses et les séquences non pluvieuses. Le tableau (13) montre la répartition saisonnière de ces séquences, toutefois il est utile de définir la séquence pluvieuse : elle est la succession dans le temps d'un certain nombre de jours pluvieux ou de mois pluvieux.

Les séquences pluvieuses varient de 11 à 15 mois pendant la période de 14 ans d'observations, soit 2 sur 10 pluvieux.

Les séquences non pluvieuses compte 114 mois non pluvieux, soit 68 % du total. Ces séquences représentent 8 mois sur 10 non pluvieux du total.

3- Décomposition du régime pluviométrique

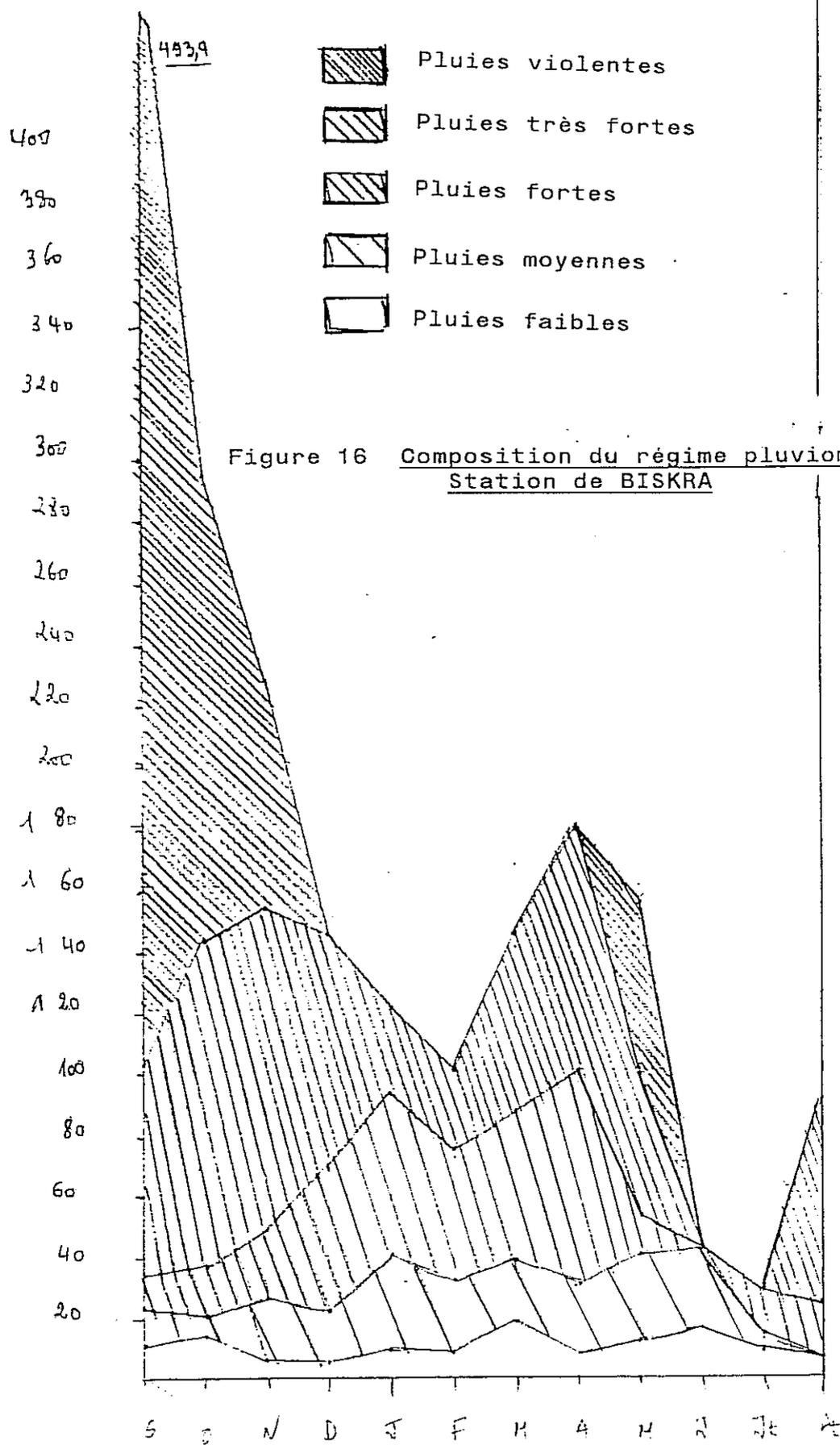
La décomposition du régime pluviométrique de cette station, permet de déceler ses caractéristiques pluviométriques. Elle est faible en fonction des intensités des pluies.

Le mode de calcul est simple, il consiste à calculer la part de chaque mois par mois. Les classes d'intensité et leur signification s'établissent comme suite:

0,2 mm à 5 mm pluies faibles
5,1 mm à 10 mm pluies moyennes
10,1 mm à 20 mm pluies fortes
20,1 mm à 50 mm pluies très fortes
plus de 50 mm pluies violentes

Ces classes sont représentées par le tableau (14) et portées sur le graphique (16). Ce graphique est obtenu en cumulant les valeurs de chaque mois. Par exemple, pour le mois de septembre, les points représentent la 1^{ère} classe qui se situe sur l'axe de (Y) à 10,2 mm et les points représentent la 2^{ème} classe qui se situe sur l'axe des (Y) en ajoutant 13 soit 23,2 pour la 2^{ème} classe et ainsi de suite jusqu'à la fin.

D'après le graphique, on constate particulièrement la dominance des pluies violentes avec 33 % et les pluies fortes 32 %. Les pluies faibles n'ont qu'un apport moyen de 6,31 %, tout comme des pluies à caractères moyens (10,43 %). Un regroupement de classe, permet de saisir le caractère d'intensité des pluies. Les pluies de caractère doux (0,2 mm à 10 mm) forment 16,7 % du total, tandis que celles qui ont un caractère intense (10,1 mm à 50 mm), sont dominantes avec 49,96 %. Ces pluies sont peu profitables et ne s'infilrent que peu dans les sols pour alimenter les nappes souterraines.



Les pluies violentes (plus de 50 mm) forment 33,23 %. Ces pluies peuvent causer des dégâts importants, notamment aux palmiers dattiers, pendant la saison des récoltes (en septembre et octobre).

Tableau 14 Répartition des pluies par classes d'intensité

Classes	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	T
0,2 à 5 mm	10	15	6	5	6	8	18	9	13	17	9	7	123
5,1 -10 mm	13	6	22	18	34	24	20	23	29	25	6	-	220
10,1-20 mm	11	15	22	46	52	42	48	68	12	-	16	16	348
20,1-50 mm	69	106	104	76	31	26	60	79	46	-	-	68	665
Plus 50 mm	391	151	74	-	-	-	-	-	57	-	-	-	673
Total ...	494	293	228	145	123	100	146	179	157	42	31	91	2029

4- Les pluies torrentielles

Une tranche de pluie qui dépasse 30 mm en une journée (24 heures) est selon plusieurs auteurs dont SELTZER, une pluie torrentielle. L'étude de ce caractère est important, vu les conséquences de celui-ci sur l'agriculture en général et les palmiers dattiers en particulier, notamment pendant la période des récoltes.

Les données relatives à ce paramètre, enregistrées pendant la période de 14 ans, sont portées sur le tableau (15); on constate que les mois de septembre et mai sont les plus marqués par les pluies torrentielles, elles représentent 72,90 % pour septembre et 51 % pour mai.

Sur le plan annuel, on remarque que l'année 1969/70 est la plus marquée par les pluies torrentielles, plus de 78 % sont des pluies de caractère torrentiel.

Tableau 15 Les pluies torrentielles à Biskra

ANNEE	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT
1969/70	292	130	-									
71												
72												
73				30								
74												
75												
76									34			
77												
78									46			
79												
80	67											
81			47									
82												
83												
Total	359	130	47	30	-	-	-	-	80	-	-	-

Le tableau (16) montre la comparaison de nombre de pluies torrentielles de la période de 14 ans à celle de 25 ans de SELTZER :

- la période (1913/14-1937-38) totalise 9 pluies qui ont un caractère torrentiel. Le maximum se situe en novembre avec 3 pluies, leur intensité varie de 30 à 50 mm/24 heures.

- la période (1969/70-1982/83) totalise 7 pluies qui ont un caractère torrentiel. Le maximum se situe en septembre et mai leur intensité varie de 30 à 50 mm/24 heures.

Tableau 16 les nombres des pluies torrentielles à Biskra

Périodes	Total	Répartition par intensité				Hauteur max observé
		30-50	50-70	70-100	>100	
1913/14-1937/38	9	8	1	-	-	50,6 mm
1969/70-1982/83	7	4	1	-	2	292 mm

Ainsi, la région très peu pluvieuse recevant moins de 200 mm de pluie au cours de 34 à 30 jours par an, répartis très inégalement, de telle sorte que certaines années sont entièrement sèches. Signalons, deux caractères importants de la pluviosité : d'une part, la grande variabilité des hauteurs annuelles de pluies (coefficient de variabilité de 3 à 5), d'autre part, l'importance des averses torrentielles donnant des hauteurs très importants.

II- LES DONNEES THERMIQUES

L'Etude de ces paramètres est très importante, dans la mesure où ils exercent une grande influence sur les tapis végétaux, l'évapotranspiration et l'évaporation en particulier et l'activité humaine en général.

A - LA TEMPERATURE

La température moyenne annuelle dans un climat aride que celui des Zibans, n'a pas une grande signification. Les plus intéressantes sont les températures moyennes mensuelles et les amplitudes thermiques. L'analyse des températures sera faite à partir des données recueillies par (SELTZER.P,1946) période de 1913-1938.

1- La Température moyenne annuelle

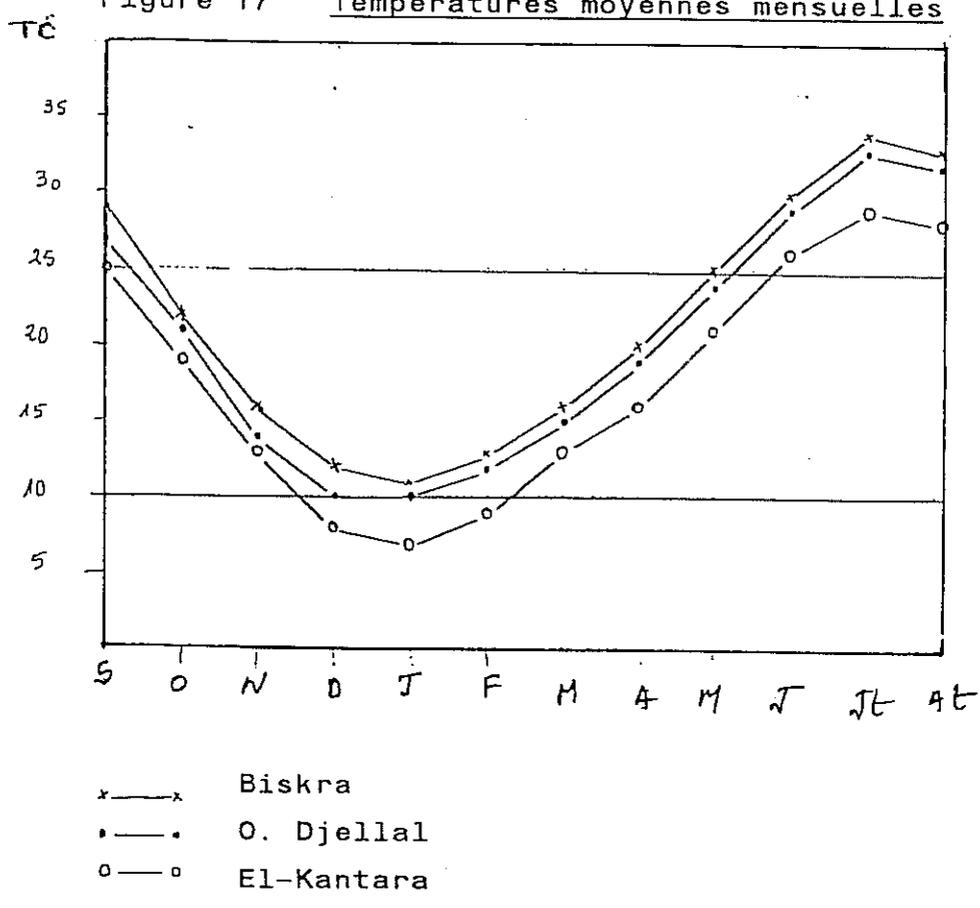
Les principales stations qui ont été retenues pour l'étude sont représentées dans le tableau ci-après.

Tableau 17 Températures moyennes annuelles

Station	Alt	Période	Moyennes annuelles	Domaines
	m			
Biskra	124	1913-1938	22	Saharien
O.Djellal	196	= =	20	=
El-Kantara	513	1913-1938	17	Atlasique

Les moyennes annuelles des ces températures varient entre 22° et 17°, dans l'ensemble les températures augmentent avec la

Figure 17 Températures moyennes mensuelles



diminution de l'altitude. Cependant, ces moyennes annuelles cachent des valeurs mensuelles "dispersées". (ex: à Biskra de 110 en janvier à 340 en juillet), soit 230 de différence thermique entre les deux mois.

2- Les températures moyennes mensuelles, maximum et minimum

a) Températures moyennes mensuelles

On appelle les températures moyennes mensuelles, les demi-sommes du maxima et minima mensuel. Ces températures permettent de voir, entre autres la persistance du froid et de la chaleur des mois, mais aussi le caractère thermique de chaque station. Le tableau ci-après récapitule les températures moyennes mensuelles pour les trois stations, qui ont été présentées par les courbes (17). On remarque: les températures estivales sont très élevées, pour les trois stations dont la moyenne est comprise entre 25 et 330 et le maximum se situe en juillet pour les trois stations. La température hivernale, est comprise entre 13 à 70 et le mois de janvier est le plus froid: 110 pour Biskra; 100 pour O.Djellal et 70 pour El-Kantara. Ceci nous amène à dire que les Zibans ont un hiver doux et un été très chaud.

Tableau 18 Les températures moyennes mensuelles

Stations	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	ANNEE
BISKRA	29	22	16	12	11	13	16	20	25	30	34	33	22
O.DJELLAL	27	21	14	10	10	12	15	19	24	29	33	32	32
ELKANTARA	25	19	13	8	7	9	13	16	21	26	29	28	18

b) Les maximas et les minimas

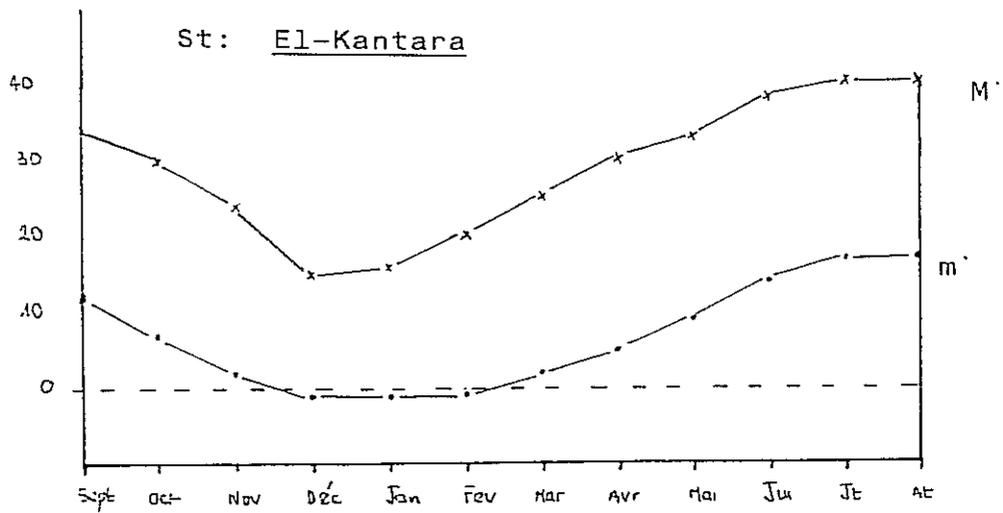
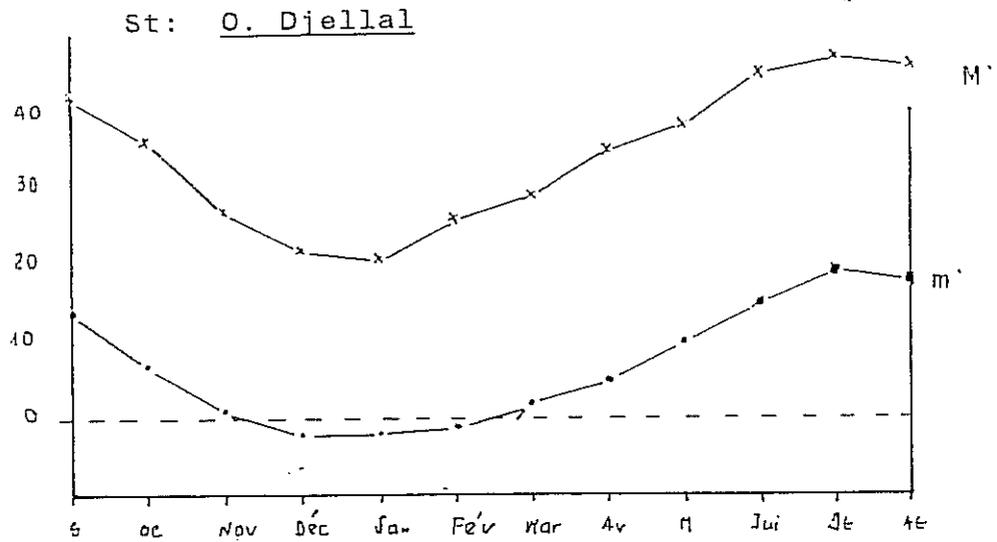
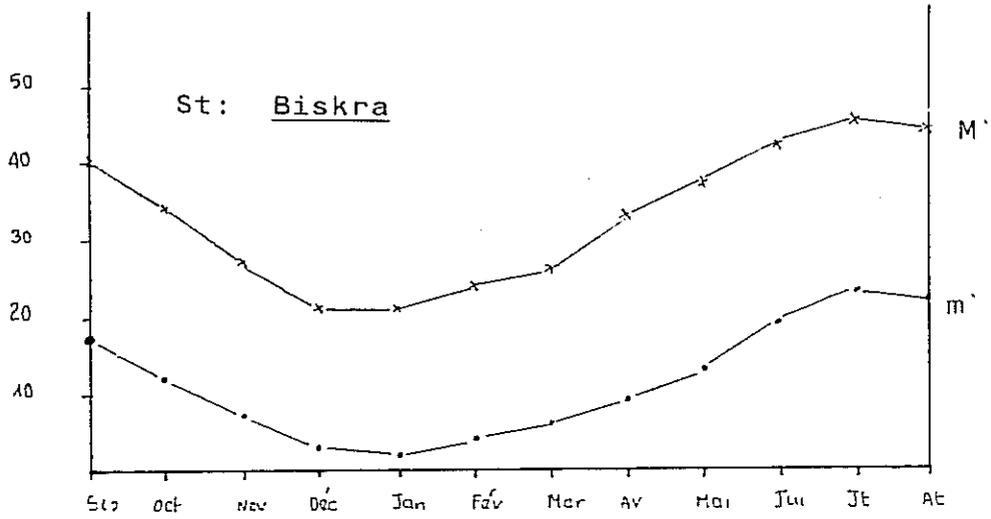
Nous indiquons ci-dessous, pour les trois stations, la moyenne mensuelle des maxima et des minima. "Les moyennes mensuelles sont considérées par les statisticiens, en tant que données à tendance centrale, c'est-à-dire qu'elles ne donnent qu'une idée sur la situation moyenne des températures" ANSER.A (1987). C'est pourquoi l'étude des températures extrêmes est très importante dans notre région, elles nous renseignent sur le caractère de "dispersion" de ces données.

Sur les graphiques 18 nous avons tracé les courbes des températures maxima extrêmes et minima extrêmes. De l'étude de ces courbes, il ressort que ces températures sont très élevées, pendant l'été elles dépassent 40°. La période estivale présente des moyennes identiques pour les trois stations. Les mois les plus froids sont: décembre, janvier et février où les températures moyennes minima extrêmes descendent au-dessous de Zéro pour O.Djellal et El-Kantara. Cette diminution des températures, s'explique par l'influence du vent du Nord sur O.Djellal et El-Kantara.

Tableau19 Moyennes mensuelles des températures: maxima et minima

Stations	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	ANNEE
BISKRA	40	34	27	21	21	24	26	33	37	42	45	44	33
	17	12	7	3	2	4	6	9	13	19	23	22	11
O.DJEL-LAL	42	36	27	22	21	26	29	35	38	45	47	46	37
	14	7	1	-2	-2	-01	2	5	10	15	19	18	7
EL-KAN-TARA	34	30	24	15	16	20	25	30	33	38	40	40	29
	12	7	2	-07	-07	-03	2	5	9	14	17	17	7

Figure 18 Variations des températures maxima.
et minima extrêmes



B- LES AMPLITUDES THERMIQUES

Les amplitudes thermiques mensuelles ou annuelles sont les indices de la continentalité d'une station.

1- L'amplitude thermique annuelle

Elle est définie par la différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid; elle caractérise le degré de la continentalité du climat. Le tableau 20 regroupe les valeurs des amplitudes thermiques annuelles des trois stations.

Tableau 20 Amplitudes annuelles

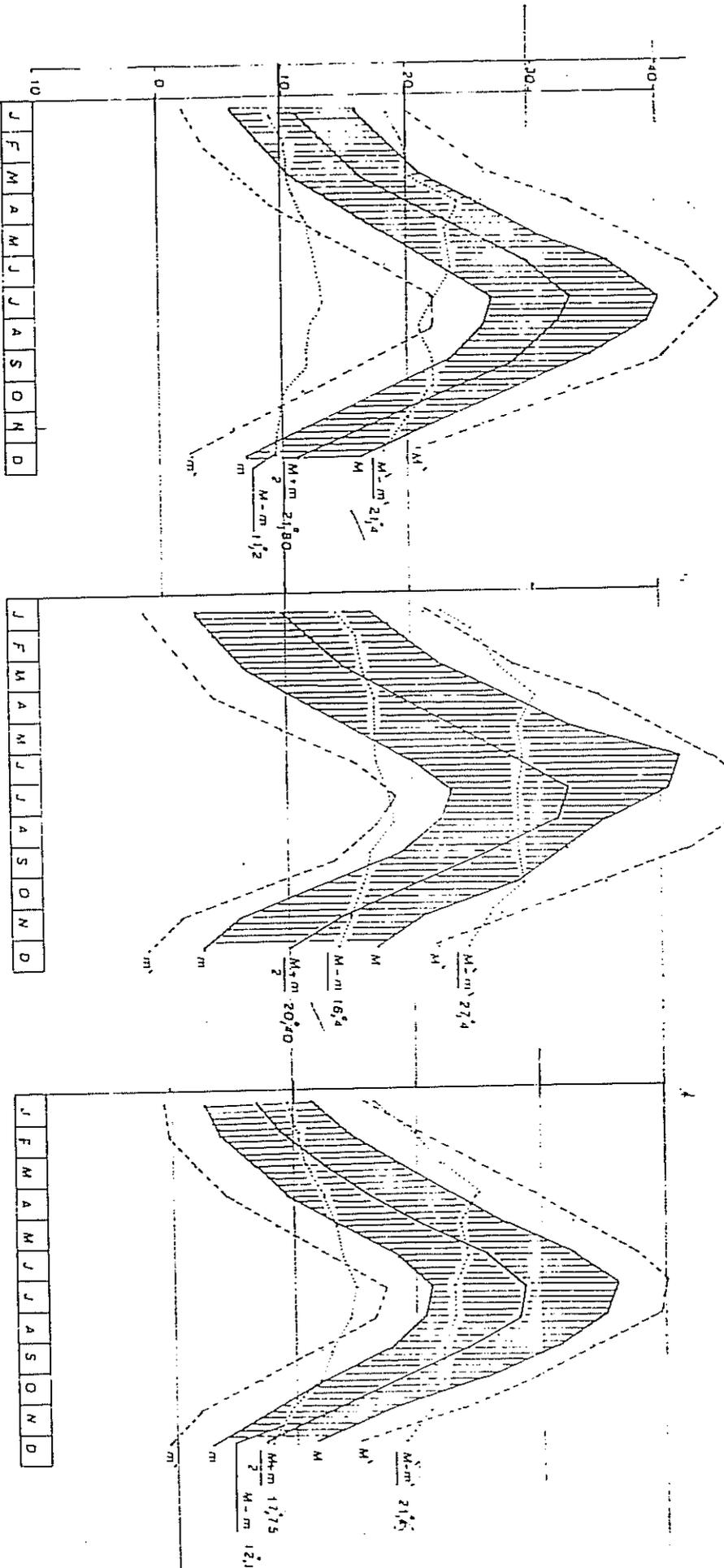
Stations	M+m		Amplitudes annuelles
	Le plus chaud	Le plus froid	
BISKRA	330	110	220
O.DJELLAL	330	80	250
EL-KANTARA	290	70	220

Il ressort du tableau que les amplitudes vont de 220 à 250.

2- Les amplitudes thermiques mensuelles

Elle se calcule en faisant, la différence entre des températures maximum et celles des températures minimum du mois considéré. Le tableau ci-après représente, les amplitudes mensuelles des trois stations, ces amplitudes étant représentées par le graphique 19, on constate tout d'abord que les amplitudes sont beaucoup plus développées à O.Djellal. Par contre les deux

REGIME THERMIQUE



BISKRA
 M : Moyenne De tous les maxima
 m : Moyenne de tous les minima

OULED DJELLAL
 M : Moyenne des maxima extremes
 m : Moyenne des minima extremes

EL KANTARA
 $\frac{M-m}{2}$ Moyenne mensuelle

M-m : Amplitude moyenne

M-m : Amplitude des extremes

Source : SEITZER, 1946

Fig N° 19

stations (Biskra et El-Kantara) sont sensiblement identiques avec une différence pendant la période d'hiver. Le reste de l'année en effet, les courbes sont plus proches, cela s'explique parce qu'el-Kantara participe au régime thermique estival du type saharien et au régime hivernal aurèsien.

Tableau 21 Variations des amplitudes mensuelles (M-m)

Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT
BISKRA	23	22	20	18	19	20	20	24	24	23	22	22
O.DJELLAL	28	29	26	24	23	26	27	30	28	30	28	28
EL-KANTARA	22	23	26	16	17	20	23	25	24	24	23	23

C - EVAPORATION ET EVAPOTANSPIRATION

Les hydrologues désignent par évaporation l'ensemble des phénomènes qui transforment l'eau en vapeur, par un processus spécifiquement physique (E). De grandes quantités d'eau sont évaporées par le processus de la transpiration des plantes, qui par leurs racines vont puiser dans la profondeur du sol, cette évaporation (biologique) est appelée transpiration. Évaporation et transpiration sont regroupées sous le nom d'évapotranspiration (ET).

1- Evaporation

Dans les ZIBANS, la tranche d'eau évaporée annuellement est souvent supérieure à la quantité de pluie tombée, puisqu'elle est de 3151 mm/an (PICHE) et de 3655 mm (bac colorado). Les moyennes d'évaporation au PICHE sont inférieures aux résultats obtenus au bac COLORADO (fig 20 et tableau 22).

L'Analyse des conditions climatiques dans notre région a démontré que l'intensité de l'évaporation dépend de l'importance du déficit de saturation de l'air, par suite des très hautes températures qui règnent pendant une longue période estivale. Cependant, d'autres phénomènes, tels que le vent peuvent avoir une incidence sur l'évaporation.

Le vent est un élément éminemment variable en fonction de la topographie. Le vent n'agit jamais indépendamment des autres facteurs ; il a un effet très différent selon sa direction soit, qu'il souffle par temps humide ou par temps sec.

Tableau 22 Evaporations moyennes journalières en mm : PICHE
et bac COLORADO en 1983 à BISKRA

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	ANNEE
PICHE	12	10	5	4	4	5	6	9	11	12	13	13	3151
B.COLO- RADO	11	8	5	6	7	6	9	10	13	15	17	14	3655

Le graphique (20) montre une nette différence, entre les valeurs au PICHE qui sont inférieures, au valeurs du bac COLORADO, dès le mois de novembre jusqu'au mois d'août. Le maximum se situe en juillet 17 mm, comme pour les températures c'est le mois le plus chaud avec de 34°.

2- L'évapotranspiration (ou l'Evapotranspiration potentielle)

Une plante qui fonctionne est, une plante qui transpire; l'espoir d'assurer l'activité photosystème en empêchant la

transpiration. La transpiration est commandée par les conditions climatiques, liées au rayonnement et à la turbulence de l'air, qui concourent à la définition de ce que les bio-climatologistes appellent l'évapotranspiration potentielle (ETP), l'ETP est un facteur climatique pour l'agronomie saharienne.

La notion d'évapotranspiration potentielle (ETp), est de plus en plus employée pour l'évaluation des besoins en eau d'irrigation. Il est en outre, certain que, seule l'expérimentation pourra fournir des données vraisemblables sur les besoins en eau des cultures (1).

Malgré cela, très peu d'études lui ont été consacrées au Sahara algérien, jusqu'à présent la plupart des documents techniques concernant la préparation de projets de mise en valeur utilisent des données empiriques, généralement admises dans le cas particulier du palmier dattier. En agriculture saharienne (irriguée), on apporte aux plantes l'eau nécessaire pour compenser l'évapotranspiration réelle (ETR), l'ETR d'un certain couvert végétal dense en plaine activité est, par définition, égale à l'ETP (D.DUBOST,1992).

L'estimation ne peut s'effectuer qu'en utilisant diverses formules de calcul utilisant les données d'observation météorologique. Plusieurs de ces formules sont à caractère empirique: les formules de BLANEY et CRIDDLE, de THORNTHWAITE, de TURC et PENMAN.

(1) Pour les besoins en eau des cultures irriguées, nous avons utilisé les résultats de la ST SIDI MAHDI (Touggourt). Voir le chapitre "besoins en eau des cultures irriguées"

Les résultats sont représenté par le tableau (23) et les courbes (21). On constate une variation de l'ETP, pendant l'année et que les valeurs des mois de mai, juin, juillet et août, absorbent à elles seules plus de 50 % de l'eau nécessaire pour l'année entière. Ceci explique le fait que le palmier dattier fait grossir ses fruits en cette saison. Le palmier dattier a besoin énorme d'eau pour produire des dattes de bonne qualité.

Tableau 23 Les valeurs des évapotranspirations potentielles à BISKRA en 1983

Formules	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	ANNEE

F.TURC	54	63	117	152	187	214	258	230	161	101	73	46	1656
F.BLAN-C	54	71	129	157	195	222	287	242	190	102	73	55	1776
F.THORN	13	20	39	66	130	212	259	240	160	75	32	15	1261
F.PENMAN	76	91	150	188	238	258	269	252	292	137	95	72	2018

Tableau 24 Evapotranspiration potentielle selon la formule de THORNTWHAITE

ST	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	Année

BISKRA	13	20	39	67	130	212	257	240	160	75	32	15	1261
ELKANTARA	13	17	39	62	104	158	191	175	123	71	33	14	1000
O.DJELLAL	11	18	35	69	134	182	214	198	143	73	27	125	1227

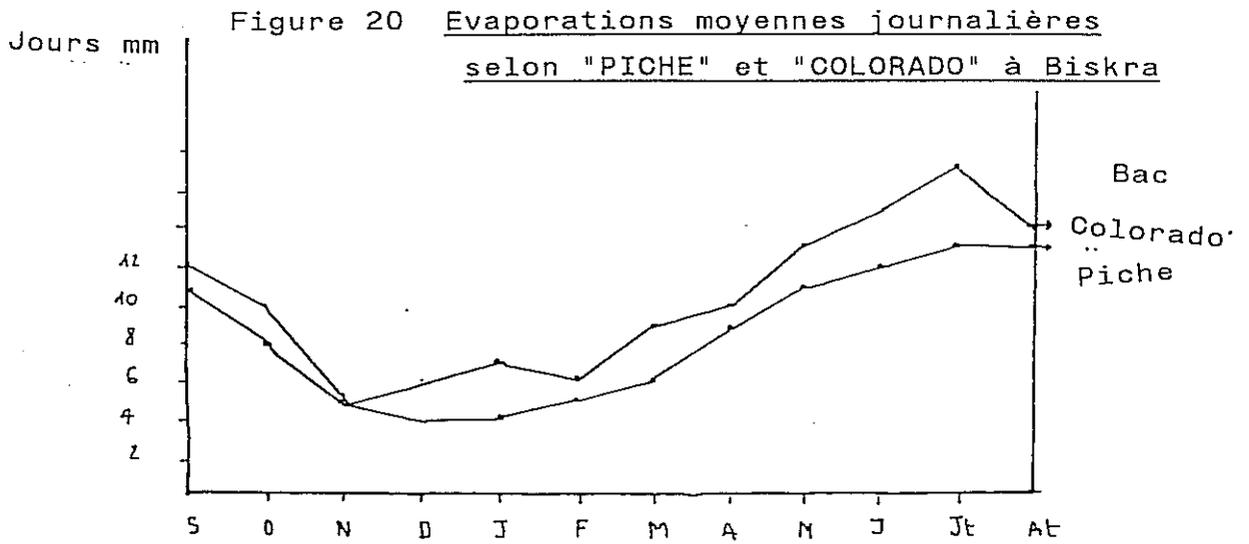


Figure 21 Les valeurs de l'ETP, selon les formules
TURC (1), BLAN-CRIDDEL (2), THORNTHWATE (3) et
BENMAN (4) à Biskra

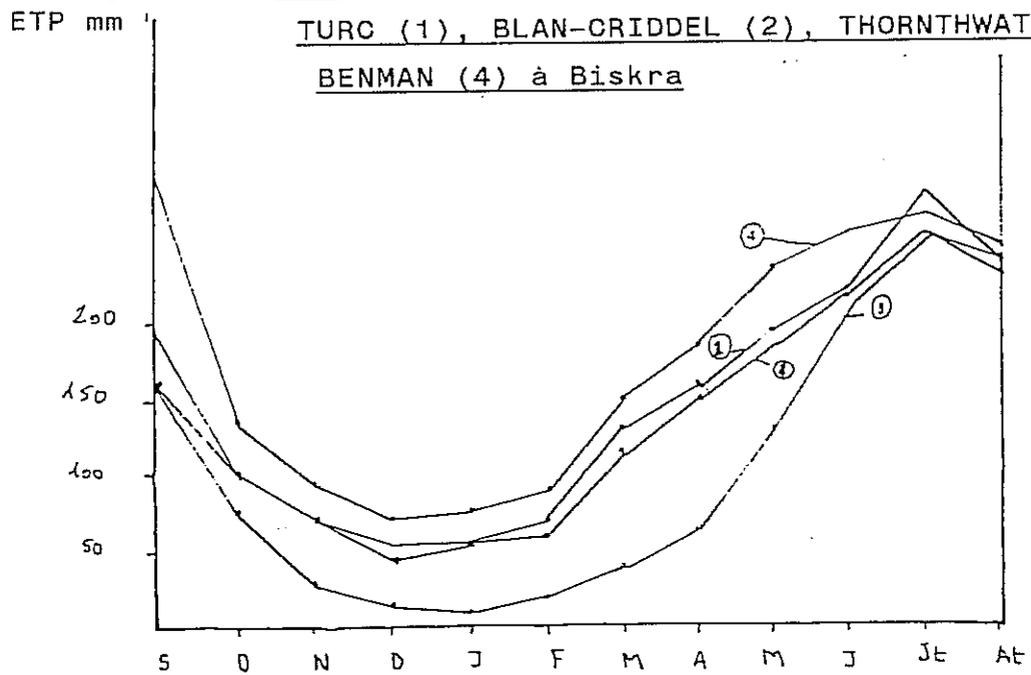
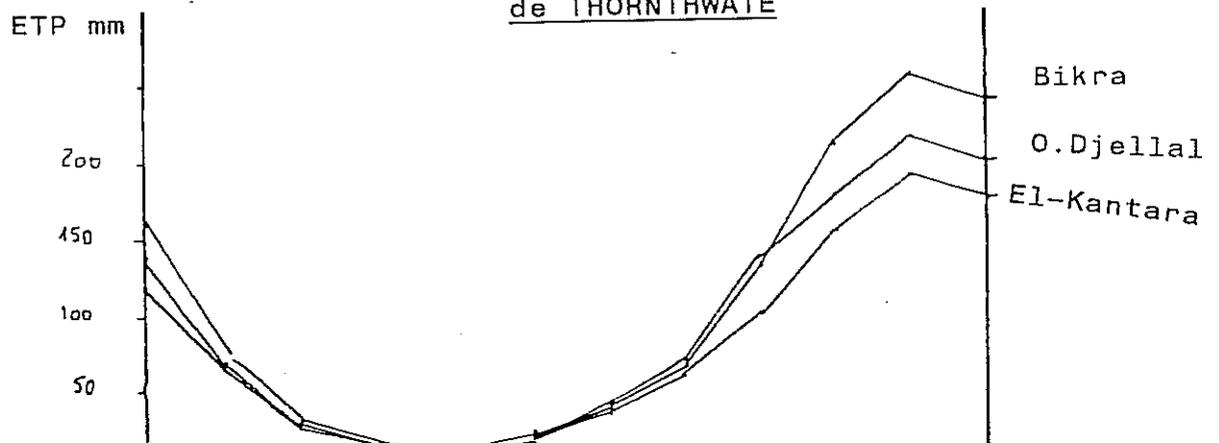


Figure 22 Les valeurs de l'ETP selon la formule
de THORNTHWATE



IV - AUTRES FACTEURS CLIMATIQUES

A - LES VENTS

Le vent est un facteur important du climat de la région des ZIBANS ; l'absence de données des vents dans les ZIBANS, nous a conduit à prendre des valeurs enregistrées dans les stations de BISKRA et OULED DJELLAL.

1- La répartition annuelle des vents

Dans les tableaux (annexe 1) et la rose des vents ont été enregistrées les données relatives des vents de différentes directions et à différentes heures de la journée.

Les roses des vents de BISKRA et OULED DJELLAL montrent les fréquences dominantes, réparties sur l'année, qui sont : de NW pour BISKRA avec 40 % à 7h ; 33 % à 13h et 33 % à 18 % et de Nord à OULED DJELLAL avec 30 % à 7h; 27 % à 13h à et à 18 h. Ces vents de Nord et Nord-Ouest soufflent pendant la saison fraîche, ils accompagnent des pluies de octobre à avril. En été dominant les vents du Sud-est à BISKRA, mais les vents de Nord-est restent notables pendant l'été.

Or, comme on peut l'observer sur les Hautes plaines et comme le note (SARY.M, 1976), dans le bassin du Hodna, ce sont les vents d'Automne (NW dominant), qui soufflent juste avant la période des pluies.

Les vents dominants sont : de Nord à OULED DJELLAL et de Nord-ouest à BISKRA. Cela s'explique parce que les ZIBANS sont influencés par la circulation des masses d'air propres à la Méditerranée occidentale d'une part et d'autre part, parce que les vents sont orientés selon les reliefs de l'ATLAS SAHARIEN.

Ainsi, la direction nord-ouest et sud-est des nebkas et des dunes de sables correspond bien à ces vents dans la région, entre BISKRA et le HODNA (BALLAIS.J.L,1981). Les vents dans les ZIBANS sont régulièrement répartis sur toute l'année avec cependant une légère augmentation en hiver jusqu'à la fin du printemps.

En général, la force du vent est comprise entre 2,9 et 2,4, ce qui correspond à des vents faibles et modérés (d'après l'échelle télégraphique).

2- Le Sirocco

Le sirocco est un vent chaud et sec, il doit son importance aux dangers qu'il représente pour l'agriculture. C'est dans les Hautes plaines qu'il est le plus fréquent en Algérie.

Par contre dans notre région, il est assez rare, avec un minimum en hiver et un maximum en été, avec de forte fréquences pendant les mois de Juin, Juillet et Août, pour BISKRA. Pour El-KANTARA, le sirocco est également assez fréquent en Avril et Août -période estivale-; ainsi souffle-t-il six mois consécutifs. Cependant, il peut s'observer pendant toute l'année.

B - L'HUMIDITE RELATIVE MOYENNE

L'humidité de l'air est un élément atmosphérique aussi important que les autres éléments climatiques. L'exactitude de ces valeurs dépend de la précision des instruments employés, c'est pourquoi que n'avons retenu que les données de BISKRA qui semblent être bien analysées (période 1946).

Nous avons indiqué dans le tableau (25) la moyenne mensuelle de l'humidité effectuée à BISKRA : 7h, 13h et 18h. Ces chiffres méritent quelques commentaires: l'humidité relative à 13h et 18h est presque identique et varie durant l'année d'un maximum de 61% en décembre et janvier à un minimum de 20% en juillet; l'humidité relative à 7h varie durant l'année de la même façon qu'aux autres heures, avec un maximum de 69% à 7h en janvier et décembre; un minimum de 36% en juillet.

D'une façon générale, les valeurs moyennes mensuelles sont faibles, elles présentent toutefois pour certains mois des valeurs relativement élevées; les valeurs les plus fortes coïncident avec l'hiver, en raison de la faiblesse relative des températures.

La relation fig (24) de l'humidité relative et de l'évaporation, montre notamment que la plus forte évaporation de 13 mm correspond à une humidité relative de 26 % et la plus faible évaporation (4 mm) correspond à une humidité relative de 61 %. Ces deux constatations sont logiques, plus l'humidité relative est faible, plus l'évaporation est forte.

Tableau 25 Moyennes mensuelles des humidités relatives à BISKRA en %

Heures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	Année
7 h	50	57	64	69	69	62	58	47	47	42	36	38	53
13 h	34	39	45	49	52	44	40	32	32	27	20	25	36
18 h	36	46	54	61	59	54	44	33	32	27	21	26	41
Moyenne	40	47	54	61	60	54	47	37	37	32	26	30	44

Figure 23 Variations mensuelles des Humidités relatives
à Biskra % 7h 18h 13h

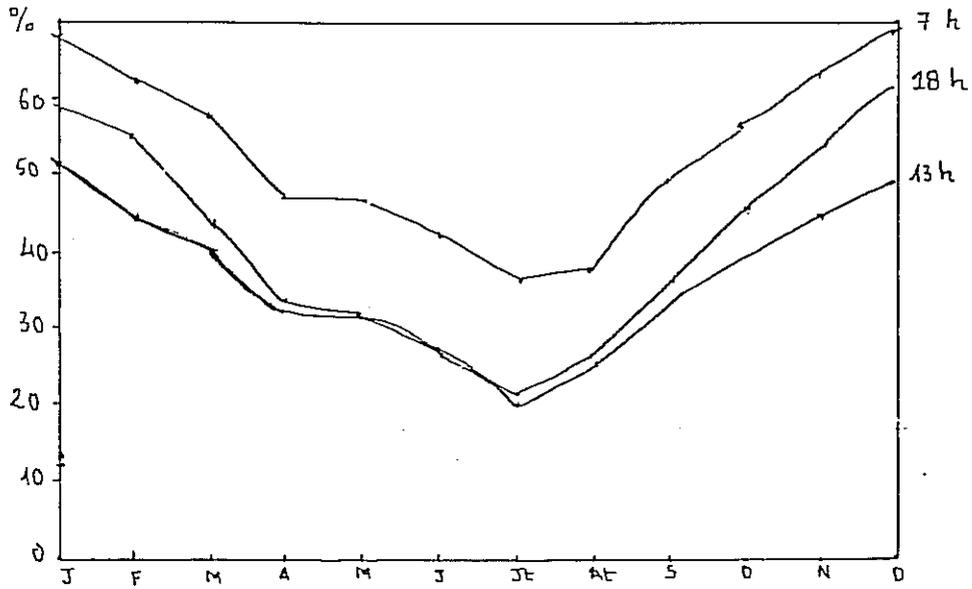
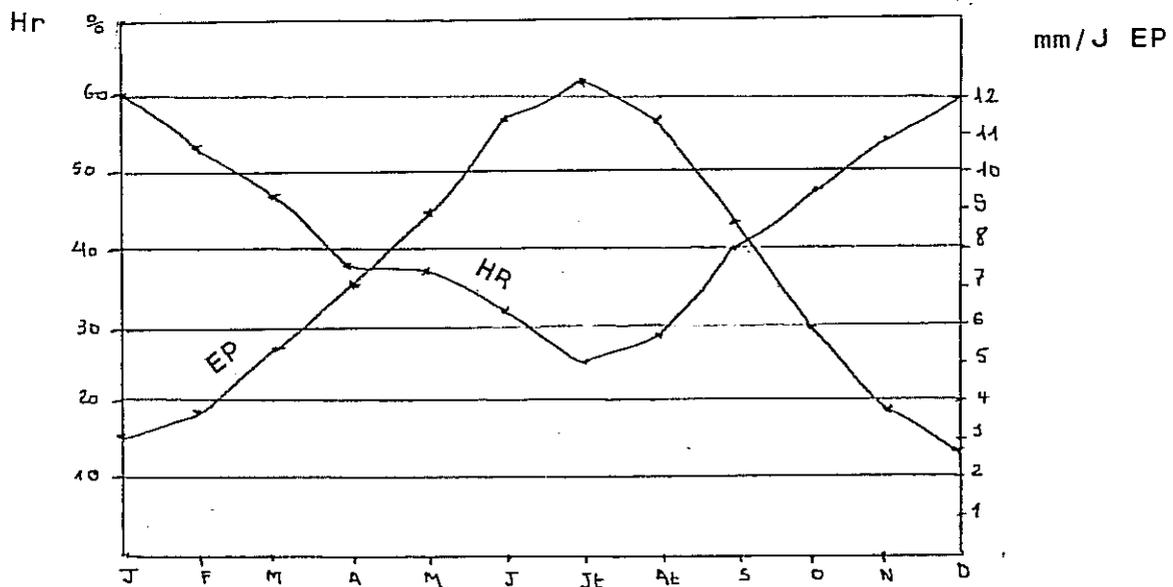


Figure 24 Relation entre l'Humidité relative moyenne
et l'Evaporation moyenne journalière à Biskra



Source: Climat de l'Algérie, 1946

CONCLUSION SUR LE CLIMAT

Le climat de la région des Zibans est connu par son irrégularité. Les conditions varient d'une année à l'autre et d'une saison à l'autre. Cette irrégularité est marquée notamment par des pluies très faibles et des températures trop élevées.

En fonction des données (pluies, températures et évaporations), nous sommes en mesure d'affirmer, que le climat des Zibans est de type méditerranéen aride, malgré l'effet de la continentalité; il est donc caractérisé par : une grande aridité, un hiver doux et une période très longue et chaude, dominée par un vent de direction nord-ouest en hiver et sud-est en été.

- l'aridité ne se constate pas seulement en fonction du manque de pluies, mais aussi par une forte évaporation qui résulte d'une insolation, qui est elle-même la conséquence de la faiblesse des précipitations et de l'humidité de l'air.

- la distribution des pluies fait apparaître deux maxima : l'un correspondant aux pluies d'automne (sep-nov); l'autre correspondant au printemps (mar-avri). La moyenne de ces pluies cachant des variations considérables, d'une année à l'autre. Ces pluies peuvent causer des dégâts, notamment les pluies d'automne sont redoutables pour les palmiers-dattiers, à la maturation des dattes, les fruits éclatant fermentent et pourrissant les récoltes jusqu'à 50 %. Les pluies de printemps également, peuvent causer des dégâts aux palmiers-dattiers, pendant la floraison-fécondation, les fleurs tombent et les pluies favorisent la pourriture des inflorescences.

- les conditions hydrothermiques favorisent la croissance des palmiers, car les dattes exigent des températures très élevées, dès le mois de mai jusqu'à octobre et une diminution de l'humidité de l'air, moins de 60 %. La variété de Deglet-Nour ne supporte pas en hiver l'abaissement sensible de température et l'hydrométrie atmosphérique doit être faible, mais l'humidité du sol est indispensable pour obtenir une bonne qualité des dattes.

La région des Zibans est fortement ensoleillée (plus de 300 heures par an), mais lourdement déficitaire en eau. Le contraste structural, vient heureusement combler cette déficience. Les oasis des Zibans ne permettent donc les cultures que grâce à l'irrigation.

C H A P I T R E III

LES POTENTIALITES HUMAINES ET ECONOMIQUES
DE LA REGION DE BISKRA

I - LA POPULATION

La population, constitue à la fois, l'objet et le but de toute action d'aménagement. Sa répartition, sa densité et son évolution déterminent et guident l'action de celle-ci. Tenir compte de ces éléments, c'est mettre de son côté toutes les chances de réussite.

Donc, l'étude de la répartition de la population (1), sa densité, son évolution et sa structure s'imposent.

A- REPARTITION DE LA POPULATION

La wilaya de BISKRA comprend trente deux communes regroupées en six dairates : TOLGA, SIDI OKBA, OULED DJELLAL, EL OUTAYA et ZEREBET EL OUED.

Ces dairas comptaient 424.217 habitants, selon le recensement de 1987. Mais notre zone d'étude regroupe une population de 271.921 habitants, soit 64,09 % de l'ensemble de la wilaya, dont le chef-lieu est BISKRA. Cette population est répartie en deux dairas qui sont : SIDI OKBA et TOLGA.

(1) Nous étudierons la population selon les termes administratifs (Wilaya daira). On dispose des données selon le découpage administratif.

1- Le milieu urbain

la wilaya de BISKRA se compose de trois centres qui répondant aux critères définissant le milieu urbain, comme étant à la fois agricole et commercial ; les plus anciens sont BISKRA, TOLGA et SIDI OKBA. Ces centres regroupent une population de 176.412 habitants soient 41,58 % de l'ensemble de la Wilaya.

BISKRA (chef-lieu de wilaya) est une ville de Foum (oued Biskra) ; elle est établie au sommet d'un cône de déjection, elle représente la ville la plus importante de la région et constitue un carrefour de routes entre le Nord et le Sud. La ville comprend quatre secteurs :

- * la ville européenne (centre), où se trouvent les bâtiments administratifs, symboles de l'Algérie nouvelle.
- * le vieux Biskra, qui est formé de constructions anarchiques.
- * l'extension récente autour de la ville : le secteur ouest, qui regroupe l'habitat collectif, est formé de deux cités et de la zone industrielle.
- * le secteur Est (el-Alia) se trouve sur la rive gauche de l'oued Biskra, c'est une nouvelle zone d'extension.

La ville est surpeuplée par l'arrivée des nomades du Sud et des paysans de l'AURES. Elle enregistre une augmentation constante : elle comptait en 1923, 10.827 hab ; dont 1827 européens. En 1950 elle était de 36.000 hab ; en 1954 ,52.000 hab en 1960,55.000 hab, dont 2.300 européens ; en 1964, 62.000 hab ; en 1966, 59.000 hab ; en 1977, 90.000 hab et enfin 129.611 hab, en 1987.

TOLGA : c'est une vieille ville qui doit sa fortune à ses sources, elle compte 29.224 hab ; elle comprend deux tissus

urbains, d'une part, l'ancienne construction au milieu des palmeraies et de l'autre, les nouvelles constructions de RASSOUTA Est et Ouest, séparées par une route qui raccorde LIOUA à SAHIRA.

SIDI OKBA : une agglomération ancienne, elle comprend également deux secteurs :

- * l'ancienne ville qui se trouve au milieu des palmeraies dont les maisons sont construites en Toub (terre séchée) et coffrées de troncs de palmiers, avec des rues tortueuses, aux nombreuses impasses et aux passages couverts. La traversée en voiture est une chose impossible.
- * l'habitat collectif se trouve au Nord, il est séparé par la route (Sidi Okba et Zerebet-el-Oued) et forme un quartier. Il s'agit de lotissements, de quelques bâtiments ou de petits immeubles à deux ou trois niveaux.

2- Le milieu rural

Le reste de la population est disséminé à travers l'ensemble des ZIBANS, dans des petits centres (communes), tels que Foughala, Oumache ..et Ourlal. Ces communes englobent une population de 95.509 habitants soit 35,12 % (1) de l'ensemble des ZIBANS.

Ces centres disposent d'un réseau d'A E P ramifié, compte tenu de la faible concentration des habitations et du manque de logements collectifs.

(1) Cette population concerne uniquement le ZAB GHERBI

B- Evolution de la population

La wilaya de BISKRA totalisait en 1987 424.217 hab, alors qu'elle comptait en 1977, 313.225 hab, ce qui représente une augmentation de 35,43 % dans l'espace de 10 ans, avec un taux d'accroissement de 3,54 %. Le tableau (26) donne une vue d'ensemble de la population à travers l'unité administrative des dairas de BISKRA, TOLGA et SIDI OKBA.

Tableau 26 Evolution de la population par Daira (1977 à 1987)

Dairates	Population	Population	Accroissement		Taux
	en 1977	en 1987	V.Abso	V.relat	
BISKRA	90.471	129.611	39.140	43,26	4,32
TOLGA	69.281	98.761	29.480	42,55	4,25
SIDI OKBA	35.191	43.547	8.356	23,74	2,37
TOTAL...	194.943	227.919	76.976	39,48	3,94
TOTAL...	313.225	424.217	110.992	35,43	3,54

L'analyse du tableau montre l'évolution de la population par daira, selon le recensement démographique de 1987. Nous remarquons que le taux d'accroissement démographique moyen varie dans la région :

* BISKRA : a un taux d'accroissement de 4,32 %, ce taux est supérieur aux taux national, même celui de la Wilaya. Cela s'explique par le fait que BISKRA est caractérisée par une concentration d'infrastructures économiques et sociales qui ont amené une grande concentration de la population.

TOLGA : a presque le même taux d'accroissement que BISKRA (4,25 %), il présente deux aspects qui méritent d'être signalés: le caractère rural de ces communes, puisque la plupart de la population réside dans des agglomérations secondaires. Les plus grandes palmeraies des ZIBANS se trouvent dans cette daïra (ZAB GHERBI).

SIDI OKBA : a un taux d'accroissement moyen de 2,37 % ce taux est inférieur aux taux de la région.

C- STRUCTURE DE LA POPULATION

Parmi les nombreuses données de structure qui peuvent être analysées, deux sont particulièrement significatives en raison de leurs implications démographiques, économiques et sociales.

les structures par âges et par sexes sont un aspect important et montrent la qualification des jeunes et des personnes âgées. La structure telle qu'elle apparaît dans le tableau des groupes d'âges est exprimée en chiffres relatifs, ces chiffres méritent d'être analysés, deux caractères généraux peuvent être tirés de la structure du tableau (27) :

- la première observation qui se dégage du tableau concerne l'extrême jeunesse de la population (groupe d'âge 0-17).
- * les jeunes âgés de moins de vingt ans représentent 55,19 %, de la population, dans les trois daïras.
- * parmi les jeunes de moins de 18 ans, la proportion des plus jeunes est très forte; les moins de 15 ans représentent 49 % du total du groupe d'âge et les moins de 5 ans 24,02%.

- Le groupe des adultes représente 38,43 %, ce groupe représente l'image de la population active dans les trois dairas.

* le groupe des personnes âgées, qui dépassent les 60 ans, est très faible.

Tableau27 Structure de la population par tranche d'Age et sexe

G.d'Age		BISKRA	SIDI OKBA	TOLGA	TOTAL	%	
0 - 5	M	10.569	5.577	8.661	24.807	11,82	
	F	10.066	5.716	8.922	25.604	12,20	
6 - 14	M	11.811	6.721	8.672	27.204	12,96	
	F	11.227	6.081	8.127	25.435	12,12	
15 - 17	M	2.907	1.451	2.136	6.494	3,09	
	F	2.833	1.409	2.059	6.301	3,00	
18 - 59	M	16.511	9.479	11.985	37.975	18,09	
	F	18.182	10.766	13.753	42.701	20,34	
60 +	M	2.648	885	2.602	6.135	2,92	
	F	2.827	879	2.364	6.070	2,89	
TOTAL	M	44.446	24.114	43.056	103.725	49,43	
	F	46.035	24.851	35.225	106.111	50,56	
T. ENSEMB		M+F	90.481	48.965	69.281	209.896	100

Nous remarquons, également dans le même tableau (27) un certain équilibre entre les deux sexes (c'est à l'image d'ailleurs de la population algérienne), quoique le sexe féminin soit légèrement supérieur au sexe masculin.

Une des raisons de cette supériorité relative peut trouver explication dans l'effet de l'émigration surtout dans la tranche d'âge des 18 ans.

D- REPARTITION DE LA POPULATION PAR COMMUNE

La densité qui est un caractère dont l'étude est nécessaire, donne une vision du cadre de découpage de l'espace des unités dans lequel ont été collectés ou peuvent être calculés les chiffres de la population.

Nous constatons à travers les données du tableau (28) que la densité moyenne de la Wilaya de BISKRA est de 6,53 % hab/km², tandis que la densité au niveau des dairas est de l'ordre, de 1427,4 à BISKRA; 33,7 à TOLGA et de 26,5 à SIDI OKBA.

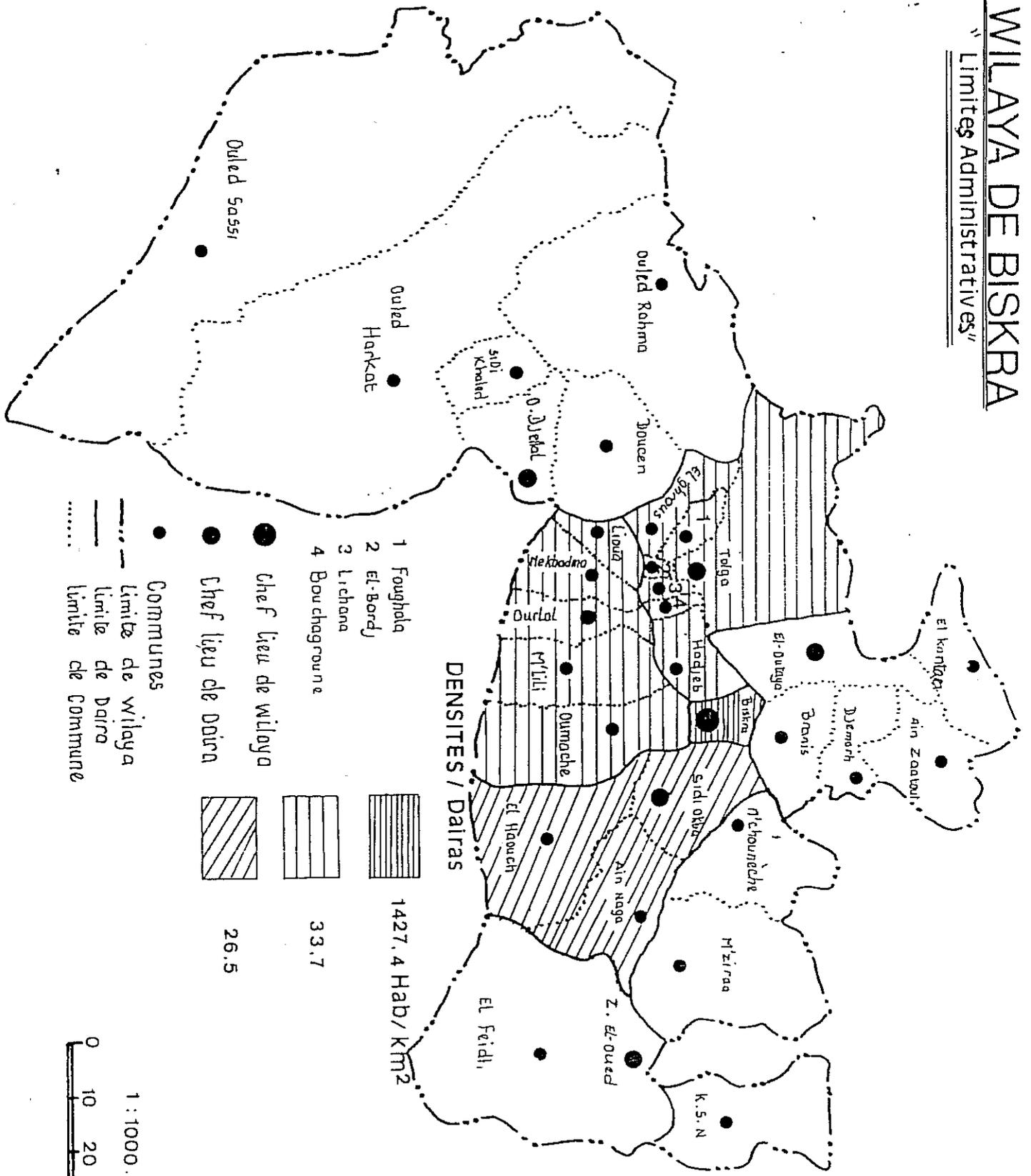
Tableau 28 Densités par Daira

Daira	Population	Superficie:km ²	Densité/Hab/km ²
BISKRA CLW	129.611	90,8	1427,4
TOLGA	98.763	2.922	33,7
SIDI OKBA	37.159	1.400	26,5

Nous avons établi une carte qui résume la répartition des communes dans la Wilaya et qui donne une idée globale sur la densité de la population des palmeraies étudiées.

* le centre de BISKRA est fortement peuplé avec 1427,4 hab/km². Il centralise toutes les activités et joue un rôle de relai entre l'est et l'ouest.

Carte: 7 **WILAYA DE BISKRA**
 "Limites Administratives"



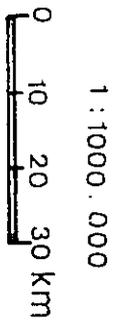
- 1 Foughala
 - 2 el-Bordj
 - 3 L'ehana
 - 4 Bou chagroune
- Chef lieu de wilaya
- Chef lieu de daïra
- Communes
- limite de wilaya
- limite de daïra
- limite de commune

DENSITES / Daïras

1427.4 Hab/Km²

33.7

26.5



- * SIDI OKBA a une densité faible avec 26,5 hab/km², elle fait partie d'une vaste plaine, située dans le ZAB CHARGUI; son peuplement est peu dense et ses palmeraies sont médiocres en quantité et en qualité.
- * TOLGA : a une densité de 33,7 hab/km², cela s'explique par la grande concentration des oasis dans le ZAB GHERBI, cette zone constitue la plus grande palmeraie de la région des ZIBANS. Le ZAB GHERBI, est bien organisé autour de TOLGA et le mieux mis en valeur ; 2 fois plus peuplé que le Zab Chergui et il a trois fois plus de palmiers.

II- ASPECT ECONOMIQUE

A- UNE POPULATION TRADITIONNELEMENT AGRICOLE

La répartition de la population active, selon la profession et la tranche d'activité économique représente une des données fondamentales pour l'emploi.

La composition socio-professionnelle de la population active met bien en évidence l'importance de la fonction agricole dans la région.

L'activité agricole est bien représentée dans cette région d'agriculteurs privés; les agriculteurs exploitants sont bien représentés avec 46,10 % tableau (29). Les salariés agricoles sont moins nombreux, de fait de la place marginale qu'occupe le secteur socialiste depuis la révolution agraire.

Au-delà des évolutions d'ensemble, les variations du taux des actifs agricoles entre les différentes dairates sont considérables.

B- LES TRANCHES D'ACTIVITES ECONOMIQUES

La répartition de la population selon les branches d'activité économique permet de saisir, la structure professionnelle de la population active en examinant la part de chaque grand secteur d'activité dans l'ensemble des activités économiques.

On adoptant la classification des secteurs en primaire (agricole) secondaire (BTP et industrie) et tertiaire (commerces et services). D'après le recensement de 1987, le nombre de personnes occupant réellement un travail s'élève à 73.416 personnes actives. Ce qui représente 17,30 % de l'ensemble de la Wilaya, dont la situation en 1987 se présentait comme suit:

Tableau 29 Secteurs d'activités par tranches en 1987

Secteurs d'activités	Population occupée	%
Primaire (agricole)	33.851 Exploitants	46,10
Secondaire (BTP-Indus)	17.209 dont 6123 Indus	23,44
Tertiaire (Com-serv)	22.356	30,45
TOTAL.....	73.416	100

L'Analyse des données d'ensemble confirme que la structure des emplois est marquée par un secteur primaire prépondérant et un faible secteur secondaire, dominé par le BTP (industrie 8,34 % et BTP 15,10 %). Le secteur tertiaire occupe la deuxième place dans la répartition des tranches d'activités. Ce secteur regroupe près de 30,45 % de la population active, soit 22.356 personnes, dont la majorité est concentrée à BISKRA (CLW).

1- Secteur agricole

Les ZIBANS ont une vocation agricole, surtout avec la phéniciculture et les palmiers dattiers. Cette région a connu un grand bouleversement dans les années 1970, avec la création de la révolution agraire d'une part, et d'autre part par le développement de l'industrie pétrolière dans le SAHARA.

Le tableau ci-après représente la répartition des emplois agricoles (exploitants) par daïra.

Tableau 30 La répartition de l'emplois agricole (exploitants)

Dairates	Exploitants	%	Observation
BISKRA	2.541	11,25	Par rapport
TOLGA	10.432	46,19	aux total des
SIDI OKBA	9.608	42,54	dairates
T.Dairates	22.581	66,70	Par rapport au T.wilaya
T.WILAYA	33.851	46,10	aux autres activités

Le nombre d'exploitants enregistré dans l'ensemble de la Wilaya est de 33.851 exploitants dans le secteur agricole, tandis que dans les dairas, concernées il est de 22.581, soit 66,70 % de l'ensemble de la Wilaya qui sont repartis à travers les dairas :

* BISKRA : compte 2.541 exploitants, soit 11,25 de l'ensemble des dairas.

- * TOLGA : englobe 10.432 exploitants, soit 56,19 % de l'ensemble des dairas, cela s'explique par le fait que la plus grande palmeraie des ZIBANS est située dans le ZAB GHERBI.
- * SIDI OKBA : compte 9.608 exploitants, soit 42,54 %. La plupart des palmeraies se trouvent dans le périmètre du barrage (palmeraies de SIDI OKBA).

La main-d'oeuvre agricole saisonnière est de 3000 à 5000 ouvriers dans l'ensemble de la Wilaya, selon les saisons; cette main-d'oeuvre se compose d'une grande partie de femmes surtout pour certains travaux tels que ; le tri et le ramassage des dattes.

Le secteur agricole dans la région a un fort pourcentage, par rapport aux autres activités économiques, car la vie économique de la région est basée sur l'agriculture des palmeraies. Tenant compte de l'évolution démographique, nous notons la fragilité de ce capital foncier, qui n'a pas bénéficié de tous les efforts nécessaires pour sa préservation. L'emploi agricole se caractérise dans la région par :

- un vieillissement de la population active agricole, un exode rural important, une grande partie des jeunes a quitté les communes en raison d'une carence de l'emploi ; ils ne veulent plus travailler dans les palmeraies (activités pénibles et surtout saisonnières) et recherchent ailleurs du travail dès qu'il ont acquis une qualification.

2- Le secteur secondaire

a- L'emploi industriel

C'est un secteur d'activités qui est peu développé dans la

Wilaya de BISKRA. Les unités existantes relèvent de la petite industrie dans le secteur privé et de la moyenne industrie dans le secteur public, ces unités occupent une faible proportion de travailleurs. La Wilaya compte 6123 emplois, dont 5565 emplois dans le secteur public, 558 emplois dans le secteur privé. Les principales unités industrielle recensées sont :

unité de cablerie
unité de textile
unité de pétrochimique
unité de matériaux de constructions et de produits
artisanaux
unité agro-alimentaire

La plus grande concentration de travailleurs est située à BISKRA, avec de 2.576 emplois, soit 42,07 % de l'ensemble de l'emploi.

b- L'emploi dans le bâtiment et les travaux publics

C'est un secteur qui connaît un grand dynamisme, justifié par la création d'entreprises de travaux publics. La Wilaya compte 109 entreprises employant 11.086 travailleurs qui sont repartis comme suit :

- * le secteur privé compte 64 entreprises employant 3.493 travailleurs.
- * le secteur public compte 45 entreprises employant 6.536 travailleurs.

La plupart des entreprises de la wilaya sont concentrées à BISKRA, elle compte près de 60 entreprises offrant 67% des emplois parmi lesquelles le BTP, occupent 6.119 travailleurs, comme le montre le tableau (29).

CONCLUSION

La population des ZIBANS est établie autour de trois grands pôles : BISKRA (centre) TOLGA (Ouest) et SIDI OKBA (Est).

BISKRA, située au centre, centralise toutes les activités et joue un rôle très important, elle est le grand noeud de communication entre le Nord et le Sud.

* Le ZAB GHERBI (TOLGA) est mieux mis en valeur et deux fois plus peuplé que le ZAB CHERGUI et il possède trois fois plus de palmiers. La population est répartie en deux lignes :

- une ligne de Ain Ben Naoui à Foughala, est composé de 7 communes.
- une ligne au sud, est composé de 5 communes à proximité de l'oued DJEDI.

* Le ZAB CHERGUI au peuplement peu dense, aux palmeraies médiocres en qualité et en quantité, l'agglomération déclinante de SIDI OKBA est l'image de ce secteur.

Comme partout ailleurs (dans le SAHARA) c'est le secteur agricole qui assure le subsistance de la quasi totalité des familles; mais il est évident que la progression des activités secondaires et tertiaires s'est faite au détriment du secteur agricole. L'exode rural est important il touche les jeunes il est du à la désaffection envers le travail agricole et la concurrence des autres secteurs. Il est vrai que les villes sahariennes sont devenues un lieu d'emploi privilégié, leur croissance est d'ailleurs spectaculaire.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

LES ZIBANS : Un espace organisé par les ressources en eau

Cette partie a permis d'analyser les différents éléments du substrat physique et les éléments climatiques, qui conditionnent les activités des hommes et les ressources naturelles. Ces éléments ont montré que la structure physique de la région offrent à l'homme et à l'agriculture un potentiel, qui est loin d'être négligéable.

Mais, elle se dégrade par un paradoxe, comme toute les régions arides et semi-arides. Les principaux facteurs de destruction sont aussi les facteurs essentiels de richesse et de mise en valeur : l'eau et l'homme.

Telles sont donc, les principales conditions physio-géographiques caractérisant la région et dont la combinaison, est déterminante dans le comportement hydrogéologique des diverses unités de la région.

Le tableau (31) présente une synthèse schématique des différents facteurs de l'aménagement. On distingue une nette opposition entre le Zab Gherbi (ouest) et le Zab Chergui (est).

- le Zab Gherbi apparait plus favorable que le Zab Chergui, alors que le Zab Chergui est situé, au pied d'un vaste massif montagneux.

La cause de cette opposition, est conditionnée par plusieurs facteurs, notamment les ressources en eau souterraines.

- le Zab Gherbi: dispose d'importance ressources (nappes artésiennes et sources naturelles), permettent une irrigation abondante et régulière ;
- le Zab Chergui: ne dispose que l'eau de surface (barrage) l'irrigation est donc, à la fois moins abondante et moins régulière.

Cette opposition hydraulique, repose elle-même sur une opposition géologique, celle-ci est favorisée par l'accident sud atlasique, car l'accident sud atlasique (dans le Zab Gherbi) met en contact la masse des calcaires crétacés du Nord et les calcaires éocène du Sud, qui se sont qu'à 150 mètres de profondeur dans le piémont. Cela donne l'hypothèse que les eaux profondes du bassin du Hodna alimentent ainsi, la nappe de Tolga. Par contre, l'accident atlasique dans le Zab Chergui connaît un rejet plus de 3000 mètres à la surrection maximale.

Le Zab Chergui correspond à une fosse ; cette fosse est remplie de matériaux récents imperméables, des forages n'y ont trouvé aucune nappe aquifère, le Crétacé est à 2300 mètres de profondeur. Cette opposition hydraulique se double d'une opposition pédologique.

- le Zab Gherbi: est voué à la monoculture dattière par l'existence quasi générale du "deb-deb" (croûte de gypse) et la forte salinité des sols à l'aval.
- le Zab Chergui: dispose, grâce aux cônes de déjections constitués par les oueds des Aurès, de sols plus variés et plus favorables; sols sablonneux à Chetma covenant aux arbres fruitiers, sols alluviaux à Zirebet-el-Oued permettant la culture des légumes, sols limoneux de Sidi Okba favorables aux céréales.

Tableau 31 Récapitulatif des principaux facteurs d'aménagement dans la région des ZIBANS

Secteurs	Zab Gherbi	Biskra	Zab Chergui
Reliefs	- cônes-glacis - plaines	plateau et plaine	cône de dejection plaine
Lithologie des terrains	-calcaires et croûte de gypse -alluvions	conglomérats et alluvions, argil et sables	alluvions, limons argiles et sables
Qualité des terrains (perméabilité)	bonnes	moyennes	bonnes
Ressources en eau utilisées	- nappes souterraines source naturelle	-nappe des alluvion de l'oued -eau de surface	eaux de surface nappe(mio-plioc)
Sols	croûte de gypse "deb-deb" favorables aux palmiers	sols alluviaux, limono-argileux	sols très variés et favorables aux cultures

une région de contact climatique

La région des Zibans est région de transition climatique. Elle est au contact entre le climat semi-aride à tendance méditerranéenne, qui règne sur les hautes plaines et le climat désertique du Sahara (aride). Le climat des Zibans est un climat particulièrement contrasté, avec des pluies irrégulières et des températures trop élevées, de mai jusqu'à octobre; la moyenne du mois le plus chaud est de 40° en juillet. Les hautes températures augmentent considérablement l'intensité de l'évaporation et par conséquent l'aridité (ou degré de l'aridité).

DEUXIEME PARTIE

LES RESSOURCES EN EAU
"EAU DE SURFACE ET SOUTERRAINES"

I N T R O D U C T I O N

Nous avons mis en relief dans la première partie les conditions naturelles qui caractérisent "les ZIBANS", à travers notamment un climat rude.

Il serait ici intéressant de faire une tentative d'évaluation des ressources potentielles en eau et des besoins, qui constituent la deuxième partie de notre travail.

Tout le développement de la région passe par l'extension et la rationalisation de ses activités, ce qui exige une maîtrise des problèmes de l'eau. Dans cette région du Nord du SAHARA l'eau est le facteur limitant du développement économique et surtout de l'activité agricole. C'est pourquoi il est fondamental de connaître et de maîtriser parfaitement ce facteur.

L'étude de l'évolution des ressources souterraines a été réalisée auparavant, grâce aux travaux concernant les nappes aquifères de la région et en particulier, la nappe de TOLGA qui a fait l'objet d'une série d'études hydrogéologiques locales suivie d'une étude régionale sur modèle mathématique [MAUGET.G, (1966) et DEMRH, (1972)].

Les ZIBANS font partie d'un immense bassin sédimentaire qui est le "BAS-SAHARA". Ce bassin est particulièrement bien doté en formations perméables autorisant la circulation souterraine des eaux. Les unes, surmontées de terrains imperméables, permettent l'existence des nappes captives, tandis que les autres, situées au sommet des dépôts, sans couverture étanche, peuvent receler des nappes phréatiques.

Les eaux souterraines appartiennent donc, à un bassin hydrogéologique complexe dont les principaux éléments sont constitués par quatre ensembles aquifères superposés :

nappe phréatique "superficielle des alluvions "
nappe des sables du Mio-Pliocène
nappe des calcaires de l'Eocène inférieur dite "nappe de
TOLGA"
nappe profonde des grès du continental intercalaire dite
"nappe albienne".

La nappe de TOLGA est la seule ressource importante de la région, elle est assez bien connue dans la zone exploitée.

En ce qui concerne les eaux de surface, nous disposons de deux séries sur l'écoulement :

- * une série de 1968 - 1978 (10 ans d'observations), sur l'oued el-Hai-Kantara.
- * l'autre série de 1971 - 1978 (6 ans d'observations), sur l'oued Abdi.

Les deux oueds de la région sont les principaux affluents d'oued Biskra, dont les apports sont issus de la zone nord des ZIBANS; autrement-dit, des versants sud des AURES, qui s'écoulent vers la cuvette du CHOTT MELRHIR. Ces apports illustrent dans un sens l'importance de la lame d'eau reçue, en plus de son impluvium propre à la région des ZIBANS, qui va alimenter les réservoirs souterrains.

Ainsi, cette partie sera articulée autour de trois axes :

Les eaux souterraines

Les eaux de surface

La qualité chimique des eaux

C H A P I T R E I

LES EAUX SOUTERRAINES

I - GENERALITE

Les limites de la carte hydrogéologique des ZIBANS (carte établi par INRH, 1981), ne correspondent pas dans leur ensemble, aux limites du bassin hydrogéologique. Celui-ci englobe, la vallée de l'oued DJEDI, la région de BISKRA et la cuvette d'EL-OUTAYA. Les unités aquifères, qui seront étudiées par la suite, ont une grande extension et débordent très largement le cadre de cette carte N°(9). La lithologie et des considérations hydrodynamiques permettent d'individualiser 4 unités aquifères principales :

- Nappes phréatiques du Quaternaire;
- Nappe des sables du Mio-pliocène;
- Nappe des calcaires de l'Eocène inférieur;
- Nappe des Grès du continental intercalaire.

A - APERÇU HISTORIQUE DES ETUDES HYDROGEOLOGIQUES DANS LES ZIBANS

Le rôle de l'eau souterraine dans une zone comme le BAS-SAHARA n'a pas besoin d'être souligné.

L'histoire, depuis l'époque romaine et jusqu'à la fin du XIX e siècle relie l'activité humaine à la présence de sources jaillissantes, condition de tout épanouissement économique permettant à l'agriculture de se développer et au réseau routier des caravanes de relier le MEGHREB à l'orient et à la rive sud du SAHARA (MAMOU.A,1986).

La conception du développement agricole (dans le Sud) n'a commencé à s'imposer qu'avec le choix de la planification économique du pays. C'est au cours du plan quadriennal (1970-1973), qu'une étude a été réalisée par l'UNESCO, sous la forme d'un projet connu sous le nom de "Projet d'Etude des Ressources en Eau du Sahara septentrional, Algérie-Tunisie".

Ce projet avait pour objectif de fournir des réponses aux questions que se posaient les responsables du développement des régions sahariennes sur les possibilités d'utilisation des eaux souterraines et les coûts des opérations à envisager (UNESCO,1972).

Une étude de synthèse (mise en valeur la palmeraie de TOLGA) a été réalisée par la SCET - COOP en Mai 1972, à la demande de la Direction Hydraulique de la Wilaya. L'objectif de cette étude a été d'exposer l'évolution de la notion de développement agricole dans les ZIBANS, en rapport avec les ressources souterraines et notamment, la nappe des calcaires "dite nappe TOLGA".

Le rapport de SCET-COOP a établi un modèle mathématique de la nappe, donnant les prévisions de l'évolution de l'artésianisme pour les prochaines années. Signalons que ce rapport constitue un élément de synthèse important sur les connaissances hydrogéologiques de la région.

Le modèle mathématique prévoit deux possibilités d'exploitation à venir de la nappe :

- * exploitation en régime artésien maîtrisé
- * exploitation en régime artésien non maîtrisé

Cette étude a donné deux bilans de la nappe sur 20 ans et 40 ans d'exploitation :

- dans 20 ans, selon le rapport, les sources seront tarées, la percolation de la nappe captive vers la nappe phréatique sera nulle et le débit d'exutoire aval de la nappe sera diminué de deux tiers environ . L'exploitation ne sera que doublée.
- dans 40 ans, l'exploitation sera diminuée par rapport aux vingt premières années, les sources seront tarées complètement, l'exutoire aval sera légèrement diminué, la percolation restant nulle.

Cette étude a été le point de départ d'une série d'études régionales entreprises par des bureaux d'étude (D.E.M.R.H et D.H.W), dont le but était d'aboutir à un bilan hydrogéologique et à la proposition d'une série d'actions permettant le développement agricole de la région.

Ces études ont fait l'objet de recommandations de suivi, parmi ces recommandations on cite :

- le contrôle piézométrique de la nappe
- la surveillance des débits des ouvrages hydrauliques
- la création d'une commission de contrôle et de surveillance a été proposée ...etc.

Nous utiliserons très largement les données du SCET-COOP (1972), qui constituent une très bonne synthèse technique et des connaissances hydrogéologiques de la région des ZIBANS.

B - HYDROGEOLOGIE DES ZIBANS

Autrefois, l'irrigation des oasis des ZIBANS, notamment le ZAB GHERBI, étaient irriguées par les sources qui sourdent directement des calcaires au pied des chainons atlasiques. Elles leur doivent même l'existence puisque ce mode d'irrigation était le seul à pouvoir procurer de gros débits à la région (NESSON.C 1978).

Au pied des reliefs, les calcaires de l'Eocène inférieur et Sénonien donnent une série de sources plus ou moins abondantes :

A BOUCHAGROUN, TOLGA et FOUGHALA, qui tantôt sourdent directement des calcaires, tantôt filtrent en bouillonnant à travers les sables superposés à la couche aquifère.

Les forages, exploitant des calcaires où l'eau circule dans un réseau de fissures, ont des résultats très variables selon qu'ils rencontrent une zone fissurée ou une zone compacte de la roche. Ainsi, les forages de Tolga ont été particulièrement favorisés par les fissures (zone productive coupe 25), tandis que des sondages effectués dans d'autres palmeraies d'aval, avaient souvent donné des résultats décevants.

La palmeraie de BISKRA a été alimentée par une série de sources qui sourdent des sables alluvionnaires de l'oued Biskra. A l'est de BISKRA dans le ZAB CHERGUI, l'eau provient exclusivement des calcaires du Crétacé supérieur (source de Chetma). La présence de l'accident sud-atlasique limite considérablement le nombre et l'importance des sources dans le ZAB CHERGUI en provoquant l'enfouissement très rapide de la formation perméable sous les argiles des niveaux supérieurs du Pontien.

HYDROGEOLOGIE DES ZIBANS

PRINCIPAUX HORIZONS AQUIFÈRES

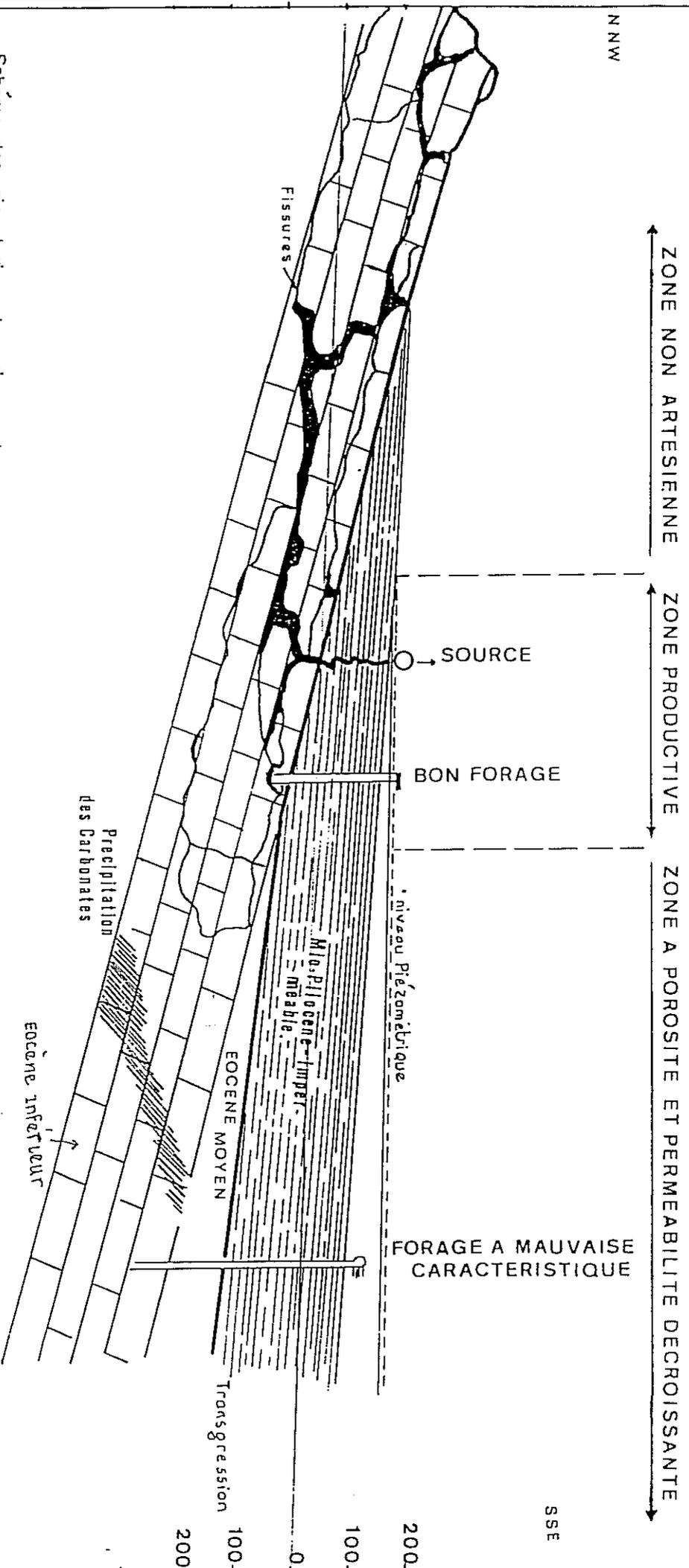


Schéma des circulations karstiques dans les Calcoires de l'Eocène inférieur

Interprétation des répartitions des productivités

D'après S.E.S. Fig: 25

ECH: 1/200 000

II LES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

Les terrains des ZIBANS assurent une infiltration et une bonne circulation des eaux souterraines. Les eaux circulent dans les calcaires fissurés en direction des parties basses de la cuvette, sous le toit imperméable des argiles du Mio-Pliocène. Par la lithologie et la stratigraphie de la région (coupe 26), on distingue quatre unités aquifères :

- la nappe phréatique : c'est une nappe que l'on trouve dans les dépôts continentaux de surface, dans toutes les palmeraies avec une productivité variable.

- les nappes captives du Tertiaire continental: on distingue plusieurs niveaux sableux aquifères dans les séries argilo-sableuses du Mio-pliocène, mais dans le ZAB GHERBI ces nappes ne sont ni prospectées, ni exploitées, à cause de la "concurrence" de la nappe des calcaires Eocène inférieur. Ce n'est que vers l'est et le sud-est qu'elles sont exploitées dans le secteur d'Oumache et el-Feidh.

Dans le ZAB CHERGUI, les calcaires sont très profonds et ne constituent plus l'objectif hydrogéologique majeur, car ils sont remplacés par les niveaux sablo-gréseux du Tertiaire continental

- la nappe des calcaires Eocène inférieur: est la mieux reconnue et la plus exploitée de toutes les ressources en eau souterraines de la région. Les formations aquifères de cette nappe se composent des calcaires blancs à silex noir, des calcaires dolomitiques et d'argiles grises à passage d'anhydrite. Ces dépôts ont une épaisseur de 600 mètres environ.

Figure 26 POSITION DES NAPPES "Log-stratigraphiques"

Type de la région de BISKRA

Profondeur mètres	Coupe Géologique schématique	Nappes	Etages	Descriptions Stratigraphiques
0		Inféroflux des oueds Phréatique		Alluvions, Dunes, argiles et Sables
130		mio- pliocène	Pliocène et Miocène	Marnes et Grès Sableux, Gypse
250			Eocène moyen	Marnes, Anhydrites et Gypse dolomies
375		EOCENE Inférieur SENONIEN Supérieur	Eocène inférieur	Calcaires blancs à silex noir
600			Supérieur SENONIEN Inférieur	Calcaires fissurés et dolomies Argiles grises et passages d'anhydrites et dolomies
725			TURONIEN	Calcaires dolomitiques massifs et passées d'argiles grises
950			CENOMANIEN	Calcaires dolomitiques et dolomies Anhydrites, Argiles grise et noires.
1300			Cabonaté ALBIEN Gréseur	Calcaires gréseux, dolomies gréseuses Grès et Sables fins
1650		ALBIEN	APTIEN	Dolomies et calcaires argileux.
1750		BARREMIEN	BARREMIEN	Grès et dolomies Grès gris et rouge Argiles sableuses; argile rouges et grises plastiques et sableuse.
1825				
1875			NEOCOMIEN	Argiles noires.
2000				
2250				
2375				

Source: DEMRH, 1973

- La nappe continentale intercalaire: les niveaux gréseux de l'Albien et du Barrémien sont aquifères dans les oasis de la région. C'est généralement l'Albien qui est capté, mais dans le secteur de SIDI KHALED et OULED DJELLAL (sud-ouest), c'est le Barrémien qui est le plus épais et le plus productif. Cette nappe est exploitée depuis 1956 dans le secteur de SIDI KHALED et OULED DJELLAL.

A - LES NAPPES PHREATIQUES

1- Répartition spatiale

Les nappes phréatiques sont traditionnellement exploitées dans les ZIBANS, peut être même sont-elles à l'origine de certains palmiers qui étaient alimentés, soit directement grâce à des trous (sources) pratiqués à travers la croûte gypseuse de "deb-deb", soit indirectement par des puits traditionnels.

Outre les eaux écoulées par les oueds atlasiques, celles issues du drainage des palmeraies et celles qui, profitant de la faible étanchéité des toits ou des forages mal réalisés, percolent depuis l'Eocène à travers les formations du continental terminal.

La nappe phréatique reçoit de l'oued DJEDI, au Sud et au Sud-Ouest, des apports très variés. Un débit pérenne provient du drainage des cultures du ZAB GHERBI et permet l'irrigation par dérivation de la palmeraie d'El-HANIA et vers l'aval celle d'El-HAUCHE.

Dans la partie occidentale du ZAB GHERBI, les crues de l'oued DJEDI et les importantes remontées artésiennes de la nappe de l'Eocène sont les principales sources d'alimentation de la nappe phréatique. Celle-ci est exploitée dans les oasis d'OULED DJELLAL et SIDI KHALED par 300 puits environ équipés de pompes.

La nappe phréatique est localisée généralement dans les alluvions des oueds. On classe dans cette catégorie les nappes alluviales des oueds; les plus importantes étant celles de l'oued BISKRA en amont de la ville et celle de l'oued DJEDI.

2 - La nappe des alluvions de l'oued BISKRA

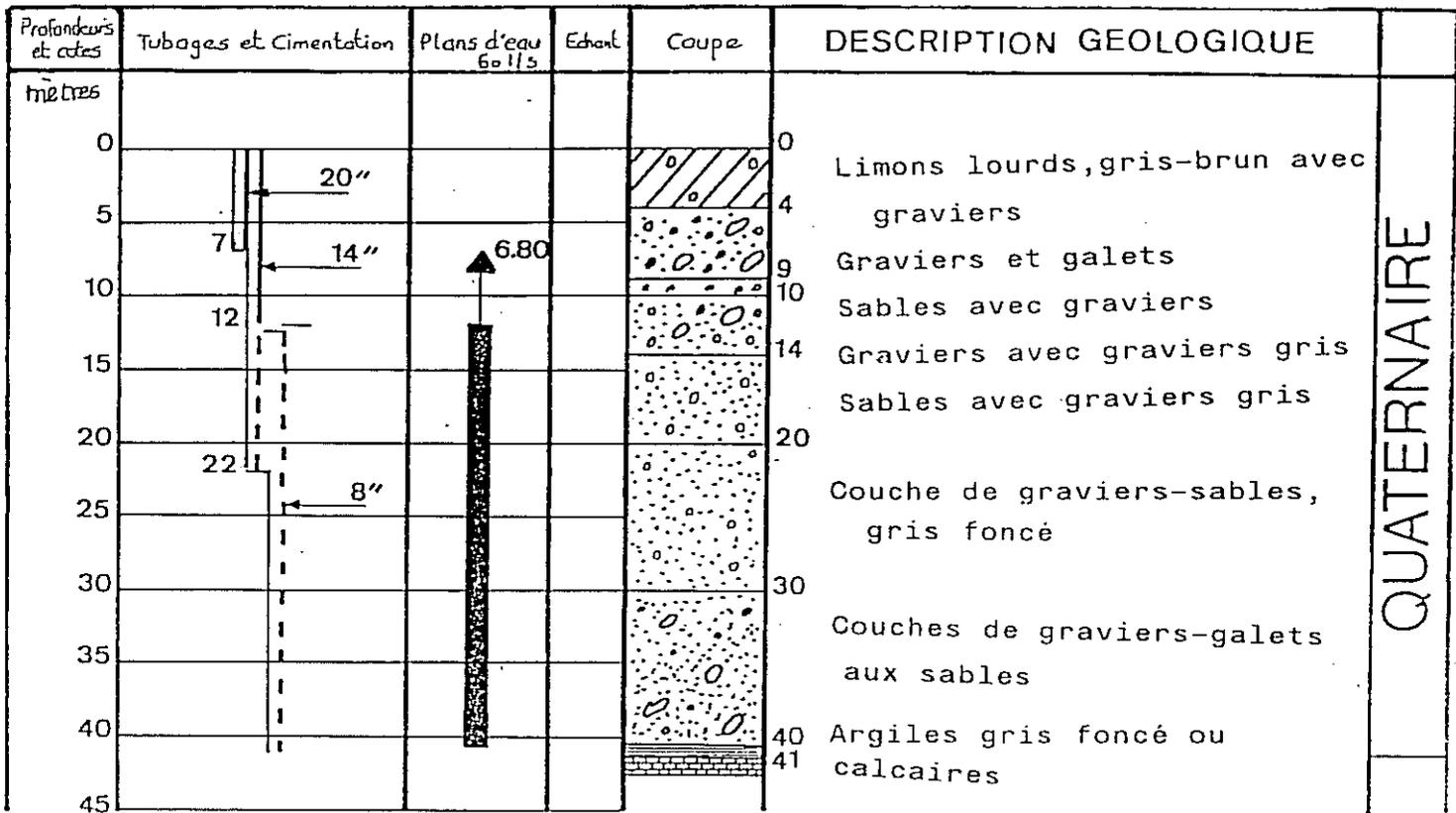
Le Quaternaire se subdivise dans la région en trois niveaux différents; les alluvions anciennes, qui sont constituées de galets et des formations conglomératiques, plaquées aux pieds des versants calcaires miocènes, limitent toute la dépression des ZIBANS.

Les alluvions des moyennes terrasses de l'oued BISKRA, dont l'extension est importante, sont formées d'un assemblage de cailloutis, graviers et sables occupent une altitude inférieure à celle des anciennes alluvions.

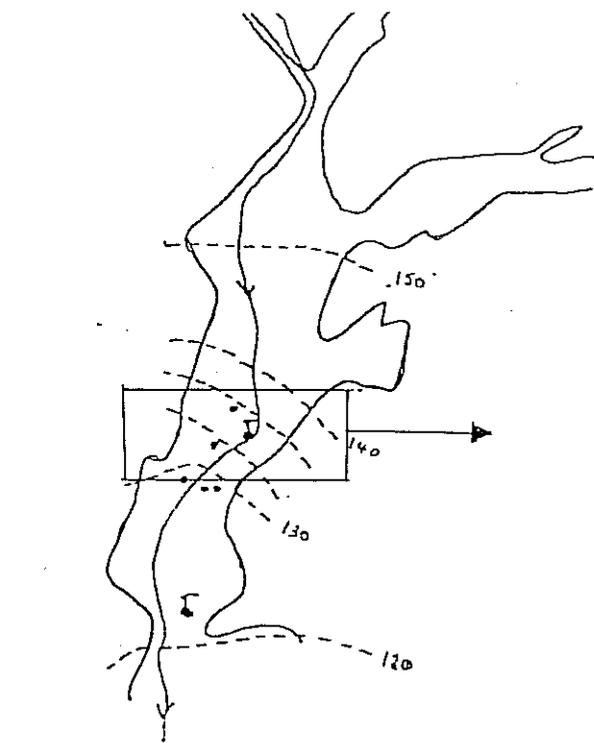
Enfin, les alluvions récentes qui forment les basses terrasses d'oued BISKRA; elles présentent un intérêt agricole et hydrogéologique régional important; elles sont constituées de gros galets, graviers et sables résultant de l'érosion par ruissellement sur les massifs calcaires et dunaires limitrophes. Le matériel est d'origine crétacée, autrement dit des galets de calcaires. Ces matériaux, favorables à la formation des nappes d'eau phréatique, permettent d'importants prélèvements pour l'alimentation en eau potable de la ville de BISKRA.

COUPE DU SONDAGE 124

Figure 27 Caractère lithologique et hydrogéologique

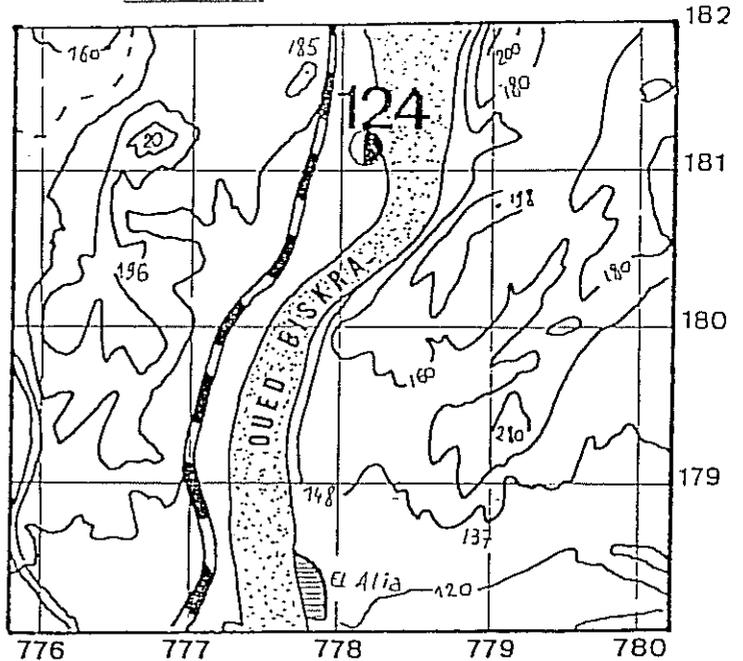


Cadre Hydrogéologie générale de la Nappe des alluvions de l'Oued BISKRA



EXTRAIT DE LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Echelle : 1/50.000



- Limite du réservoir des alluvions
- Forages
- Sources (taris)
- Courbes piézométriques

Localisation de sondage
Source: DHW, 1985

2-1- Caractéristiques de la nappe

Les limites géographiques de la nappe se rapportent au remblaiement actuel des terrasses des oueds, en effet ces limites sont beaucoup plus basses que cette bordure. L'extension verticale de la nappe peut atteindre parfois 40 mètres (figure 27), où l'on rencontre des grandes lentilles d'argiles quaternaires marquant le substratum local de la nappe. Mais cette hypothèse du substratum est encore en discussion, du fait qu'on passe directement parfois sur des niveaux de calcaires compactes. Ainsi, le rôle de substratum local comme le montre la coupe. En général le mur est atteint à 40 mètres quelle que soit sa nature, calcaire ou argile.

La surface piézométrique se trouve à 3 mètres en moyenne sous le niveau du sol, par contre; elle peut baisser plus profondément en période sèche, vu le grand pompage par forage et l'intensité de l'évaporation superficielle.

Les écoulements souterrains nous apparaissent stables, du fait que la nappe se trouve dans une cuvette, où la valeur du gradient hydraulique est de l'ordre de 7,5 % (1).

Les essais de pompages effectués sur les forages captant les alluvions donnent des valeurs moyennes de la transmissivité d'environ de $2,5 \cdot 10^{-2}$ m²/s, par contre, la perméabilité est de $7 \cdot 10^{-4}$ m/s, alors que le coefficient d'emmagasinement est de 7 % (S.E.S, 1972).

(1) Etude d'Exploitation des Eaux Souterraines de l'Oued Biskra: Par S.E.S,1971 [Service des Etudes Scientifiques]

2-2- Alimentation de la nappe

L'alimentation de la nappe des alluvions de l'oued BISKRA semble provenir de deux origines différentes :

- les précipitations; cette alimentation superficielle (par des apports pluviométriques) est importante dans cette région, où on enregistre entre 150 et 200 mm/an. A cela s'ajoutent les apports considérables amenés en amont par l'oued qui traverse la couverture, limoneuse peu épaisse et s'infiltré pour atteindre la nappe phréatique.

- l'autre origine est souterraine, le long des couches calcaires sous-jacentes, lors du gonflement de la nappe des calcaires, il y a des échanges souterrains (relation hydraulique souterraine réciproque).

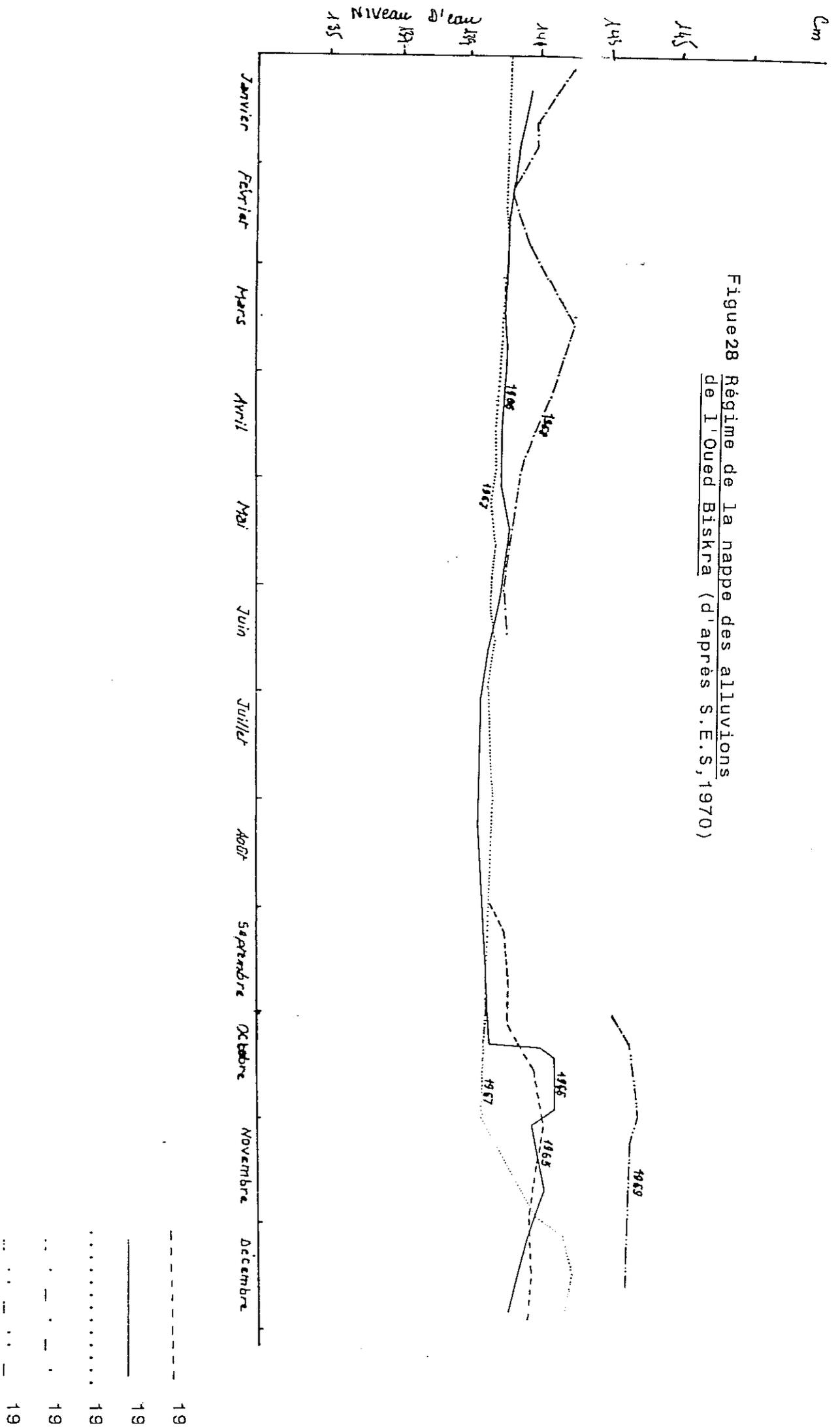
2-3- Régimes de la nappe

Les variations piézométriques saisonnières montrent qu'il existe deux niveaux atteints pendant l'année :

* Période des basses eaux

Cette période commence à partir du mois de Mai, toutes les années; elle dure jusqu'à la fin du mois d'Août . Pendant cette période (4 mois), il n'existe aucun apport superficiel à la nappe.

Figure 28 Régime de la nappe des alluvions de l'Oued Biskra (d'après S.E.S, 1970)



* Période des hautes eaux

Cette période est remarquable à partir du mois de septembre, mais quelquefois, elle commence au début du mois d'octobre; elle dure jusqu'au mois de mars de l'année suivante.

La variation du niveau d'eau pendant cette période est de 1,5 m en amont et 2,5 m en aval, au milieu de l'oued cette variation augmente à 3,5 m.

Les crues pendant cette période provoquent, ainsi le gonflement de la nappe (remontée du niveau piézométrique).

B - LES NAPPES PROFONDES

D'un point de vue hydrogéologique, on regroupe sous le terme de réservoir toutes les formations continentales les plus récentes, déposées au SAHARA, qui sont d'âge Tertiaire et Quaternaire. Au BAS-SAHARA, on regroupe la nappe des calcaires de l'Eocène et Sénonien et même celle du Turonien sous le nom de "complexe terminal" (dans l'oued RHIR).

En ce qui concerne la région des ZIBANS, ces trois nappes se distinguent l'une de l'autre : nappe des sables, nappe du continental intercalaire et enfin nappe des calcaires (nappe de TOLGA).

1- LA NAPPE DES SABLES

Les formations aquifères reposent en discordance sur les formations calcaro-marneuses de l'Eocène moyen et inférieur.

Le véritable système aquifère est constitué par l'Eocène lagunaire: écran imperméable marno-évaporitique assez continu au Sud de la ligne DOUCEN-LICHANE et OUMACHE.

Cet ensemble aquifère est recouvert de dépôts alluvionnaires peu épais, de croûtes gypseuses et de sable. En ce qui concerne le système hydraulique, la nappe des sables est très hétérogène, elle est constituée le plus souvent de couches aquifères de diverses perméabilités et épaisseurs.

Les forages qui ont été réalisés dans la région, ne captent généralement qu'une partie seulement de ces couches, les plus perméables et souvent, les moins profondes. Il est donc, évident qu'une différence existe entre la transmissivité horizontale, obtenue à partir d'un essai de pompage de longue durée et la transmissivité totale de l'ensemble aquifère.

La surface piézométrique de la nappe des sables est presque partout en charge à l'intérieur de la limite d'extension des argiles. Elle est donc jaillissante au centre de la région et libre sur les bordures.

Par des forages profonds de 250 m le niveau statique est à +8 mètres par rapport au sol à SIDI MOUSSA et à +7 mètres à el-HAUCHE sud de Sidi Okba. Sur les terrains des oasis de CHEGA et AIN NAGA, on a rencontré à la profondeur de 400 à 800 mètres des sables à grains fins avec intercalation d'argile. Les débits de ces forages sont de 5 à 22 l/s.

Après l'exécution d'une vingtaine de forages, au cours des années 1974-1980, dans la plaine de SAADA, la nappe subit actuellement une diminution continuelle du débit des forages et l'abaissement de la pression piézométrique de la nappe.

2- LA NAPPE PROFONDE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE

La nappe du continental intercalaire est souvent appelée "albienne" formée dans des terrains, en grande partie gréseux, dont les limites stratigraphiques varient selon les régions.

L'extension géographique de la formation aquifère dépasse beaucoup, en effet, la dépression du BAS-SAHARA. Elle est limitée à l'Ouest par la vallée de l'Oued SAOURA - MESSAOUD au Sud par une ligne Est-Ouest, REGANE-FORT-FLAITERS, au Nord par l'ATLAS SAHARIEN, à l'EST elle s'étend depuis le Sud tunisien jusqu'au sud-ouest lybien (CORNET.A,1964).

Déposé sur le vieux socle africain, le continental intercalaire a échappé à toute tectonique violente, mais des mouvements de grande amplitude ont pourtant déformé l'ensemble des couches post-hercyniennes. Il en résulte, en premier lieu, un mouvement synclinal de faible pendage d'axe sud-ouest et nord-est.

Dans l'ATLAS SAHARIEN les niveaux continentaux du Crétacé inférieur occupent généralement les synclinaux à fond plat, et correspondant aux dépressions topographiques favorisant l'infiltration à travers les couches.

Alimentation et bilan:

Bien qu'il s'agisse d'une eau fossile emmagasinée au cours des périodes pluvieuses du Quaternaire, l'alimentation actuelle se poursuit sur les marges d'affleurements: réseau hydrographique de l'ATLAS SAHARIEN, pluies retenues par le Grand Erg Occidental.

Le sens de l'écoulement est généralement nord-sud, mais la cuvette de TAOUDENI au sud de REGGANE et la nappe côtière tunisienne fonctionnent comme des exutoires naturels et déterminent des écoulements vers l'est et vers l'ouest. En dehors de ces exutoires, les sorties d'eau sont dues aux foggaras du TOUAT, du GOURARA et du TIDIKELT, aux nombreux foggaras d'EL-GOLEA et GHARDAIA et enfin aux grands forages de OUARGLA et de l'OUED RHIR.

En 1970, le bilan s'établissait de la manière suivante : d'après l'U.N.E.S.C.O, (1970).

Entrées: alimentation sur les bordures	8,5 m ³ /s
Sorties: exutoire tunisien	-3,6
percolation verticale	-0,8
exploitation par foggaras	-3,6
sondages moyens	-0,2
grands forages	-3,0
Prélèvements	2,7

En 1979 le débit global des forages devait atteindre 5m³/s, ce qui entraîne actuellement un prélèvement global sur les réserves d'environ 5 m³/s également.

En réalité, il s'agit moins de maintenir l'équilibre actuel, que d'utiliser des réserves qui sont considérables. Elles devraient permettre en effet d'irriguer 100.000 hectares pendant 20.000 ans, tout en restant dans les limites d'un prix de revient acceptable.

3- LA NAPPE DES CALCAIRES EOCENE INFÉRIEUR

La nappe concernée est localisée dans les calcaires marins de

l'Eocène inférieur, qui sont relayés latéralement par les calcaires du Crétacé supérieur.

3-1- Géologie du gite aquifère

La nappe étudiée est située dans les séries carbonatées de l'Eocène inférieur et du Sénonien supérieur. Au Nord du BAS-SAHARA, les calcaires aquifères du Sénonien et de l'Eocène se relèvent dans les contreforts de l'ATLAS, où ils affleurent largement.

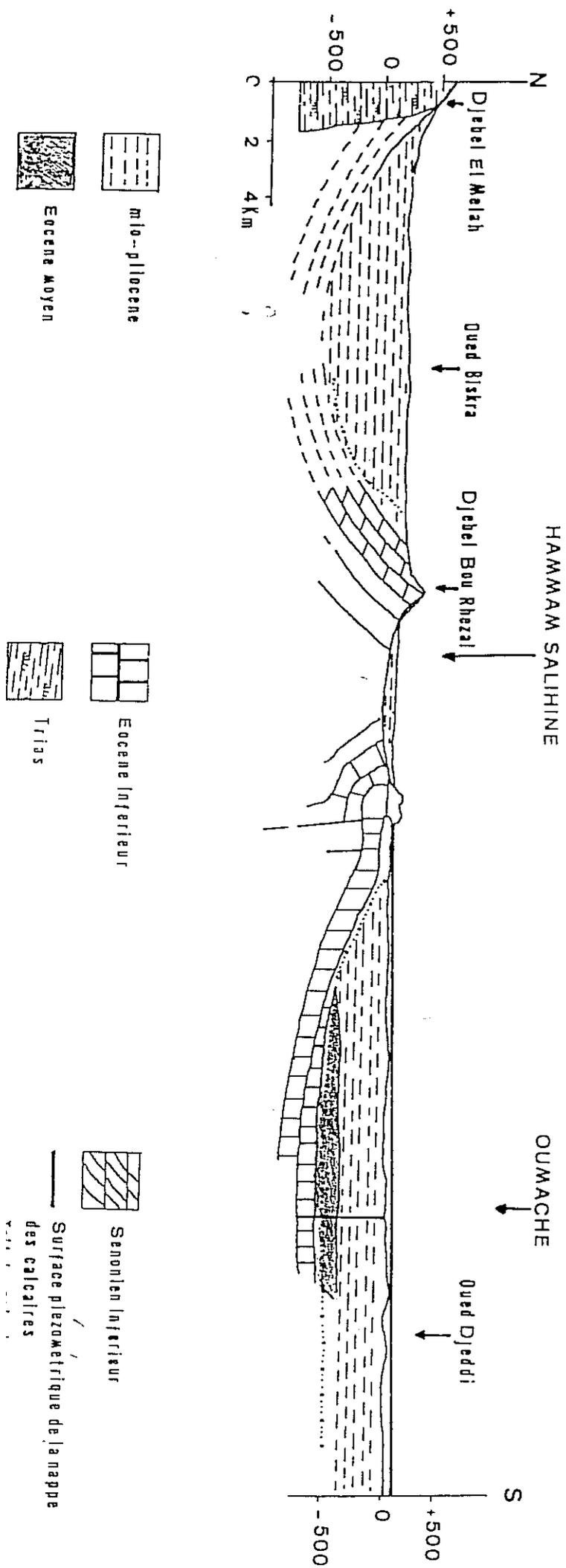
Les calcaires turoniens, tantôt affleurant, tantôt situés près du sol à la faveur des anticlinaux isolés, drainent eux aussi, grâce à leurs fissures, une partie de la nappe. Il donnent ainsi plusieurs sources au pied des AURES (source de Chetma), ou sur le flanc méridional du DJ.BOU-RHEZAL (sources Ain Ben Naoui et Bouchagroun), à l'Ouest de BISKRA.

La nappe des calcaires est connue depuis longtemps par ses exutoires naturels, qui sont les sources de M'LILI et OUMACHE, mais surtout par les forages qui ont été réalisés dès le début du siècle. Lithologiquement, on distingue des calcaires blancs à silex noirs avec des niveaux à Nummulites et des calcaires argileux de l'Eocène inférieur. Lors de la mise en place des structures actuelles de cette région, les calcaires ont été émergés et soumis à une érosion post-éocène moyen qui a localement fait disparaître l'Eocène inférieur en totalité (il ne reste que quelques placage des calcaires éocènes sur les reliefs atlasiques bordant les ZIBANS).

Le recouvrement des calcaires est constitué (comme le montre la coupe 29), soit par des formations argilo-sableuses du Mio-pliocène, soit par les marnes à anhydrite de l'Eocène moyen. Ces formations imperméables contribuent à la mise en charge de

Figure 29 COUPE HYDROGEOLOGIQUE "NAPPE DES CALCAIRES"

Source : I.N.R.H., 1981



la nappe des calcaires, qui est captive et artésienne sur une partie de son étendue. Ces calcaires sont parfois bien fissurés, tant par les contraintes tectoniques, que par les eaux atmosphériques lors des émergences anté-pontiennes. Ils constituent un excellent réservoir pour l'eau et présentent une bonne perméabilité.

3-2- Extension horizontale du gîte aquifère

"les calcaires"

2-1 Limite géographique

Le bassin versant de l'oued DJEDI est bien plus étendu que la zone étudiée. Il est délicat de fixer une limite ouest pour, la zone d'alimentation de la nappe des calcaires.

Entre LAGHOUAT et SIDI KHALED, l'oued DJEDI circule en partie sur les formations du Crétacé supérieur et l'Eocène inférieur sur environ 6 kilomètres. Dans le ZAB GHERBI, où existent des ressources hydrauliques plus importantes et largement réparties, les sources et les forages ont permis d'indiquer deux zones de limites des calcaires de l'Eocène inférieur :

- l'une est constituée par les affleurements de l'Eocène inférieur, elle est située à l'Ouest de DOUCEN et au Nord de OULED DJELLAL.

- l'autre est située au Nord de TOLGA; elle est représentée par les affleurements de l'Eocène inférieur qui dominent l'oasis, mais aussi par un impluvium plus vaste constitué par les reliefs méridionaux de l'ATLAS SAHARIEN, et par tout le bassin versant de la plaine d'EL-OUTAYA, situé au Nord de DJ.BOU-RHEZAL.

L'extension de la grande dépression des Zibans forme donc la plaine du Zab Gherbi; celle-ci s'étend sur une grande superficie, sous laquelle se forme en profondeur la nappe d'eau des calcaires de l'Eocène inférieur. Elle s'étend au Nord dans les monts du Zab et vers le Sud jusqu'à l'oued DJEDI sur une vingtaine de kilomètres. Par contre, elle s'étend d'Est en Ouest, de SIDI OKBA jusqu'à FOUGHALA.

Limites hydrogéologiques

Le réservoir de calcaires a une étendue importante d'une superficie de 100.000 km² dans le BAS-SAHARA (MR:G.MAUGET,1967). Mais, la région de BISKRA forme l'une des parties amont de l'immense réservoir. Ce réservoir est limité :

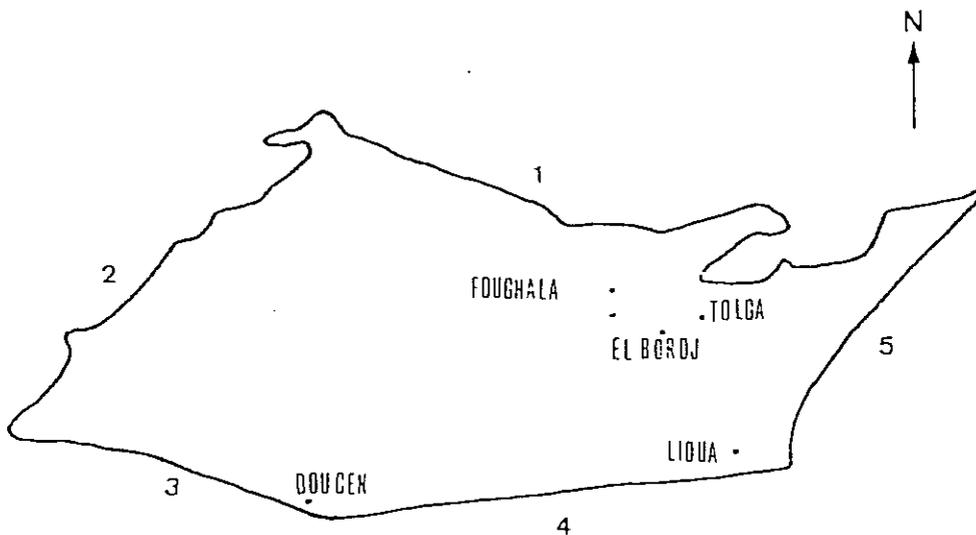
- au Nord par la ligne séparant la nappe libre et la nappe captive;
- au Sud-Ouest, par la bordure des formations continentales recouvrant les eaux issues des affleurements, calcaires éocènes;
- au Sud, par le fossé d'effondrement comblé par les argiles de l'Eocène moyen (entre Lioua et Doucen fig 30);
- à l'Est, par la courbe piézométrique 150.

Le réservoir ainsi, limité représente une superficie de 900 km² avec un volume d'eau émmagasinée d'environ 13,5 millions de m³ et un débit d'alimentation maximum de 5,4 m³/s (1).

(1) Le coefficient d'émmagasinement évalué étant de 1.10^{-4} , le volume d'eau émmagasiné sous pression est d'environ $9.10^8 \times 1.10^{-4} \cdot 150 = 13,5$ Millions m³.

Figure 30 Limite hydrogéologique du réservoir des calcaires
(d'après : MAUGUET.G,1967)

- 1 et 2 limites du recouvrement imperméable de l'Eocène inférieur;
- 3- Limite de séparation des eaux provenant des affleurements calcaires occidentaux;
- 4- Faille mise en évidence par les forages réalisés par la mission Soviétique;
- 5- Courbe isopiézométrique 150.



3-3- Caractéristique physique du réservoir

Les palmeraies de TOLGA, EL-BORDJ, FOUGHALA et EL-AMRI, sont situées à l'emplacement d'un axe anticlinal (c'est une zone privilégiée par les fissures de calcaires). C'est la partie supérieure du réservoir, entre 0 et 20 mètres sous le toit des calcaires.

Dans la palmeraie de BOUCHAGROUN, la fissuration est moins importante et les niveaux fissurés dans l'ensemble sont plus profonds. Cela peut être lié au faciès des roches, mais aussi, à leur structure : un forage implanté près de l'ancienne source BOUCHAGROUN a traversé 250 mètres de calcaires durs compacts, présentant des micro-fissures, la seule fissure notable a été recontrée à 150 mètres.

Dans d'autres secteurs, la zone non productive du réservoir est constituée par les calcaires tendres argileux peu favorables à la fissuration, celle-ci ne débutant qu'avec les premiers bancs de calcaires durs vers le bas de la série.

Dans le secteur de DOUCEN et OURLAL, la fissuration est encore assez développée, alors que les calcaires sont plus profonds et recouverts par les argiles et anhydrites de l'Eocène moyen et n'ont pas été soumis à la karstification. Vers le Sud-Est, on se rapproche du domaine plus calme de la cuvette du CHOTT MELRHIR, la fissuration devient très faible voire même nulle. Le forage d'OUMACHE (1) a traversé 100 mètres d'Eocène inférieur et 50 mètres de Sénonien sans avoir rencontré une seule fissure.

(1) Forage de reconnaissance a été réalisé par D.E.M.R.H. en 1970

Le développement et l'acidification du forage ont montré que le niveau productif se situe dans les 30 premiers mètres

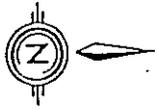
3-4- Structure du toit des calcaires

La structure des calcaires a été mise en évidence par les forages et par la campagne de géophysique (méthode des sondages électriques), qui a été réalisée en 1969-1970.

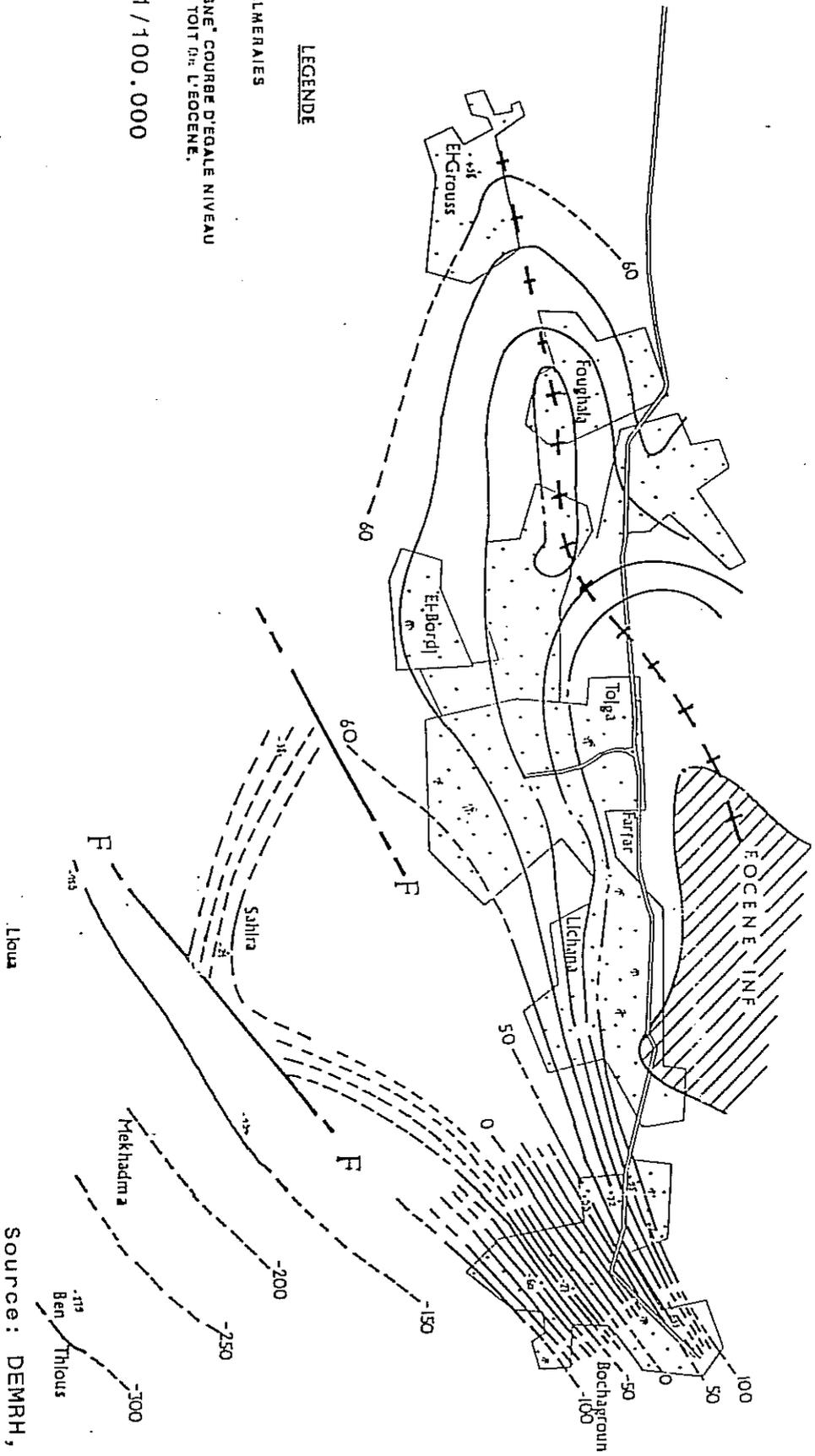
Des différences importantes, de l'ordre d'une centaine de mètres, existent entre les données fournies par les forages et les données relatives de la géophysique. Par exemple, dans le forage de reconnaissance à el-AMRI, les calcaires ont été touchés à la profondeur de 150 m, alors que la géophysique les prévoyait à 250 m environ; dans le forage d'OUMACHE, les calcaires étaient prévus à la profondeur de 550 mètres et ils sont rencontrés à 650 mètres.

La carte du toit des calcaires ne présente pas un grand intérêt pour les valeurs ponctuelles, mais donne l'allure générale du toit de la nappe. Cette carte montre un "HORST" entre LIOUA et OULED DJELLAL, accident qui relève la compartiment sud, et l'approfondissement des calcaires suivant un sillon orienté ouest-est, qui représente le prolongement occidental du sillon sud-aurasien.

Il est difficile d'estimer la position du mur du réservoir des calcaires. En effet, l'exploitation par les forages est toujours arrêtée à la profondeur de calcaires fissurés donnant un débit suffisant.



Carte 8 CARTE DU TOIT DE L'EOCENE INFÉRIEUR
NAPPE DE TOLGA



LEGENDE



PALMERAIRES

"LIGNE" COURBE D'EQUALE NIVEAU
DU TOIT DE L'EOCENE.

Ech: 1/100.000

Source: DEMRH, 1967

3-5 Fonctionnement du réservoir des calcaires
" nappe de Tolga"

5-1- Ecoulements et régime de la nappe

Le réservoir étudié affleure au Nord et à l'Ouest de TOLGA et s'étend au Sud-Ouest à OULED DJELLAL. Il est constitué par la partie amont du grand réservoir de calcaires. Les écoulements du système aquifère sont donc de direction ouest-est et Nord-Sud, ils convergent vers la grande dépression qui s'étend de Foughala à Bouchagroun. Cette dépression est créée par l'importante densité des puits en exploitation dans cette zone.

Le régime de la nappe est mal connu, puisque les influences climatiques ne sont observées que sur de courtes périodes. On sait qu'en hiver le niveau piézométrique remonte légèrement sous une double influence :

- la pluviométrie est plus forte en automne et l'exploitation faible;
- en été le niveau piézométrique s'abaisse sensiblement, car la pluviométrie est nulle et l'exploitation est plus intense.

Mais d'une année à l'autre, le niveau piézométrique moyen s'abaisse. Cet abaissement était de l'ordre de 0,1 m par an entre 1950 et 1970 pour l'ensemble des palmeraies, excepté le secteur d'El-Bordj - Foughala, où les rabattements ont été plus importants, de l'ordre de 0,3 à 0,5 mètres par an (DEMRH, 1973).

5-2 Alimentation de la nappe de calcaires

La nappe de calcaires dite "Nappe de Tolga" est alimentée par deux zones principales, possédant chacune son écoulement propre:

* la première est constituée par de larges affleurements de l'Eocène inférieur, à l'Ouest de Doucène et Ouled Djellal. Cette zone a une superficie de 3000 km², elle reçoit une pluviométrie moyenne de 125 mm/an, avec une infiltration de 20 % estimée, ce qui donne un volume annuel :

$$V = 3000.10^6 \times 0,125 \times 0,20 = 75.000.000 \text{ /an soit } 2,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

DEMRAH, (1973).

- la deuxième zone est considérée comme une zone principale. Elle est située au Nord de Tolga et elle est formée par les affleurements de l'Eocène inférieur qui dominent l'Oasis, mais aussi par un impluvium plus vaste constitué par les reliefs méridionaux de l'Atlas saharien, et par tout le bassin versant de la plaine d'El-Outaya.

Les eaux qui s'accumulent dans la dépression d'El-Outaya atteignent les calcaires sénoniens et turoniens de l'anticlinal du Dj. Bourhezel, pour réapparaître au Sud dans les calcaires de l'Eocène inférieur fissurés et karstifiés. Le reste de la plaine ne participe pratiquement pas à l'alimentation de la nappe à cause de sa forme en cuvette dont le centre est situé au Sud d'El-Outaya et où les calcaires éocènes sont à plus de 1000 mètres de profondeur.

Le bassin versant hydrogéologique qui alimente la nappe de Tolga s'étend donc loin vers le Nord. Il englobe les massifs méridionaux de l'Atlas Saharien et une partie de la plaine d'El-Outaya.

Il faut donc admettre (coupe 29) une communication d'eau entre les calcaires du turonien et ceux du sénonien de ces massifs et la nappe de calcaires éocène (nappe de Tolga). L'ensemble turonien-sénonien-éocène inférieur se comporte donc globalement comme une seule unité hydrogéologique (nappe).

Le débit qui alimente la nappe est estimé à 30 l/s, en se basant sur les paramètres suivant :

- la superficie des affleurements de l'Eocène inférieur soumis à l'action directe des précipitations, en amont des palmeraies de Tolga, est de 70 km²
 - la pluviométrie moyenne annuelle est de : 130 mm
 - le coefficient d'infiltration arbitraire est de : 10 %
- d'où :

$$v = 70.10^6 \times 130.10^{-3} \times 0,1 = 910.000 \text{ m}^3/\text{an}$$

Ce qui représente un débit continu de 30 l/s. Ce débit correspond à la moitié d'un seul forage réalisé par la mission Soviétique dans la nappe de Tolga, (GRENET.B 1966).

Il faut donc admettre que les débits importants prélevés dans cette nappe, sont fournis par un impluvium beaucoup plus étendu vers le Nord (en amont du point de vue des écoulements souterrains).

La circulation des eaux souterraines a été favorisée par l'accident sud-atlasique, car cet accident n'a qu'un rejet limité dans le Zab Gherbi. Il met en contact les calcaires du Nord et les calcaires éocène du Sud, qui ne sont qu'à 150 mètres de profondeur dans le piémont. De plus, les eaux profondes du bassin du Hodna alimentent elles aussi la nappe de Tolga.

6- ESTIMATION D'UN ESSAI DE BILAN DE LA NAPPE

La nappe des calcaires est captive, son volume aquifère est limité à celui des fissures contenues dans l'épaisseur de calcaires se trouvant en dessous du niveau statique. Les variations piézométriques sont dues aux influences des apports et de l'exploitation.

a- Les entrées

- **alimentation directe** : La nappe est alimentée par l'infiltration directe sur les calcaires de l'Eocène inférieur qui affleurent au Nord et au Nord-Ouest de la région (Comme nous l'avons vu dans l'alimentation de la nappe). Ces apports sont de l'ordre de 2,37 m³ et 0,03 m³ dans les deux zones d'alimentation.

- **alimentation indirecte** : la nappe est alimentée par des apports des eaux souterraines adjacentes (Nord de Tolga). Nous avons vu que les reliefs ne constituent qu'une limite géographique, et qu'en fait la nappe des calcaires de la plaine d'El-Outaya est en relation directe avec celle de Tolga; son écoulement se fait vers le Sud. Ces apports souterrains sont estimés à 2 m³/s selon le rapport Scet-Coop (1972).

Il faut ajouter les apports du sous bassin voisin de l'Oued Salsou-Abiod (Nord de Tolga) qui est de 2,55 m³/s. Le débit d'alimentation est calculé selon la méthode suivante :

- la surface du sous bassin de l'Oued Salsou-Abiod est de 2119 km²;
- la pluviométrie est de 190 mm;
- le coefficient d'infiltration est de 20 %;

d'où $V = 2119.10^6 \times 0,190 \times 0,2 = 80.522.000 \text{ m}^3 / \text{an}$ soit $2,55 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il faut donc considérer cette région (Nord) comme l'une des zones d'alimentation principale de la nappe de Tolga, car les écoulements du système sont de direction Nord-Sud et ils convergent vers la grande dépression qui s'étend de Foughala à Bouchagroun.

b- Les sorties

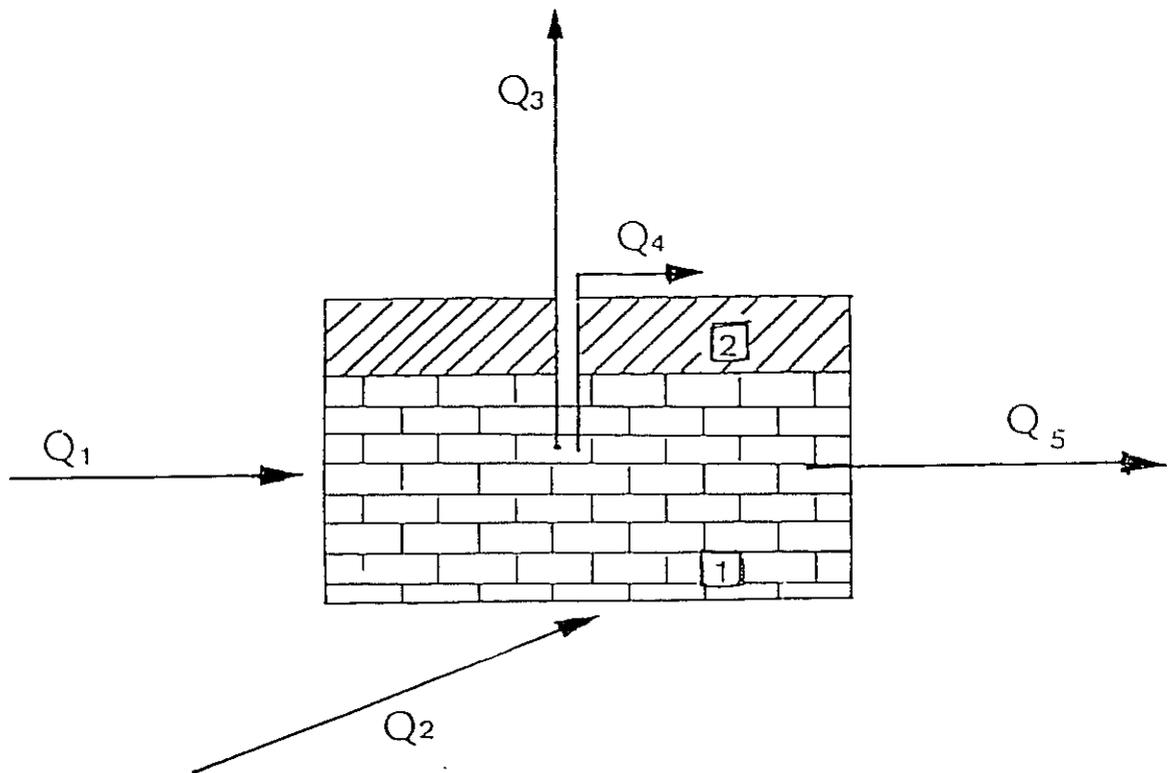
La nappe est exploitée par les forages et par des sources avec un débit de $5 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1983. Le débit exploité par forage ne cesse de croître, par multiplication des ouvrages ou pompages, tandis que celui des sources diminue. La figure ci-après résume la situation du bilan de la nappe de Tolga, par les entrées et les sorties.

Figure 31 Essai de bilan de la nappe des calcaires
(D'après: G.MAUGET, 1967)

- 1- Calcaire Eocène inférieur. Il constitue le réservoir emmagasinant la nappe de Tolga;
- 2- Couverture imperméable de l'Eocène moyen ou du Plio-Quaternaire;

- Q1- Alimentation de la nappe à partir des affleurements de l'Eocène inférieur;
- Q2- Alimentation à partir du Turonien et du Sénonien calcaire;
- le débit d'alimentation de la nappe est compris entre deux valeurs $2,13$ et $2,55 \text{ m}^3/\text{s}$ (selon les zones d'alimentation).

- Q3- le débit exploitation par forages est de $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1983.
- Q4- le débit perdu dans la nappe phréatique est de $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ (selon MAUGET. G, 1967).
- Q5- le débit perdu vers la nappe d'Oued Rhir est de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (selon DEMRH, 1973).



CONCLUSION

La série stratigraphique de la région présente deux formations particulièrement intéressantes du point de vue des ressources aquifères :

- la formation du Mio-Pliocène (nappe des sables)

A l'exception des nappes phréatiques tout à fait superficielles, plusieurs niveaux aquifères sont en charge. Les niveaux aquifères sont localisés, dans les strates un peu plus sableuses ou calcaires, leur épaisseur dépasse rarement quelques mètres. L'argile est partout présente à des degrés divers. Ces caractères lithologiques expliquent les perméabilités médiocres de ces niveaux. Leurs formes lenticulaires font que l'on n'est jamais certain de les retrouver dans deux forages voisins. La diversité des couvertures imperméables et les connexions nombreuses entre ces aquifères expliquent les variations importantes dans l'espace des hauteurs piézométriques et des débits. La recherche systématique de l'eau dans ces terrains est donc assez hasardeuse et les débits sont faibles.

- la formation des calcaires de l'Eocène inférieur

Comme il a été dit, il s'agit de calcaires blancs riches en silex noirs, dont l'épaisseur varie de 150 à 200 mètres. L'extension de ces calcaires est évidente vers le Nord, où ils jalonnent le pied des reliefs crétacé : DJ.KAHILA, DJ.EL-KSOUM, DJ.AROUSSINE et GOUARA. Les calcaires plongent au sud, sous les formations Mio-Pliocènes et on les retrouve par sondages dans toutes les palmeraies des ZIBANS. Ces calcaires sont parfois fissurés, tant par les contraintes tectoniques, que par les eaux atmosphériques, lors des émergences antépontiennes; ils constituent ainsi, un excellent réservoir pour l'eau et présentent de bonnes perméabilités.

CLASSEMENT HYDROGEOLOGIQUE DES TERRAINS	STRATIGRAPHIE	LITHOLOGIE	HYDROGEOLOGIE
I	QUATERNAIRE	• Dépôts sableux et argileux dans les grandes plaines et sur les piedmonts	<ul style="list-style-type: none"> • Nappe phréatique (eaux salées: $R.S > 2,5$ profondeur variable 2 à 30m). • Nappe d'infiltration des oueds principaux captage pour BISKRA dans l'oued Biskra $R.S 2-3$ g/l. • Peu perméable dans l'ensemble; réserves d'eau possibles dans les niveaux grossiers et les lentilles sableuses.
	PLIOCENE SUPERIEUR	• Conglomérats (pres des AURES) grès, sables et marnes	
II	SENONIEN INFERIEUR GENOMANIEN	• Dolomites et calcaires massifs, marnes	<ul style="list-style-type: none"> • Peu perméable, dans l'ensemble aquifère importante dans les zones karstifiées • Bon aquifère en zones fissurées; nappe captive artésienne des Zibans (TALGA); nappe des calcaires nombreuses sources importantes [DUMICHE, M'LILI]. • En continuité avec la nappe des calcaires dans les Zibans
	EOCENE INFERIEUR	• Calcaires massifs à silex	
	SENONIEN SUPERIEUR	• Calcaires massifs	
III	MIOCENE MARIN	• Marnes rouges à gypse et à silex	<ul style="list-style-type: none"> • Imperméable. • Peu perméable dans l'ensemble, eaux souterraines médiocres ($R.S > 2,5$)
	SENONIEN MARNEUX	• Marnes marne-calcaires AURES	

CLASSEMENT HYDROGEOLOGIQUE DES TERRAINS

- I Terrains à perméabilité élevée; ressources en eaux généralement importantes
- II Terrains à perméabilité moyenne; ressources en eaux variables
- III Terrains à perméabilité très faible; pas de nappe d'eaux

----- Limite nord d'existence de l'Éocène moyen sous le Mio-pliocène

--- Faille
 Flexure

HYDROGEOLOGIE DE LA NAPPE DES CALCAIRES

→ Sens d'écoulement de la nappe
 --- Limite d'artésianisme 1976
 (45) Courbe hydro-isopiezés 1969

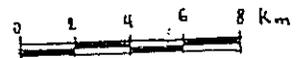
OUVRAGES HYDRAULIQUES. FORAGES, PUIXS

- Dans une nappe captive
- Dans une nappe captive (jaillissante)
- Captant la nappe des calcaires
- Dans une nappe libre
- Canal d'irrigation (segui)
- * Barrage

HYDROLOGIE

- Station hydrométrique
- Cours d'eau
- ~ Oueds
- ~ Limite de bassin versant
- Source
- Source thermique

EGM : 1/200.000



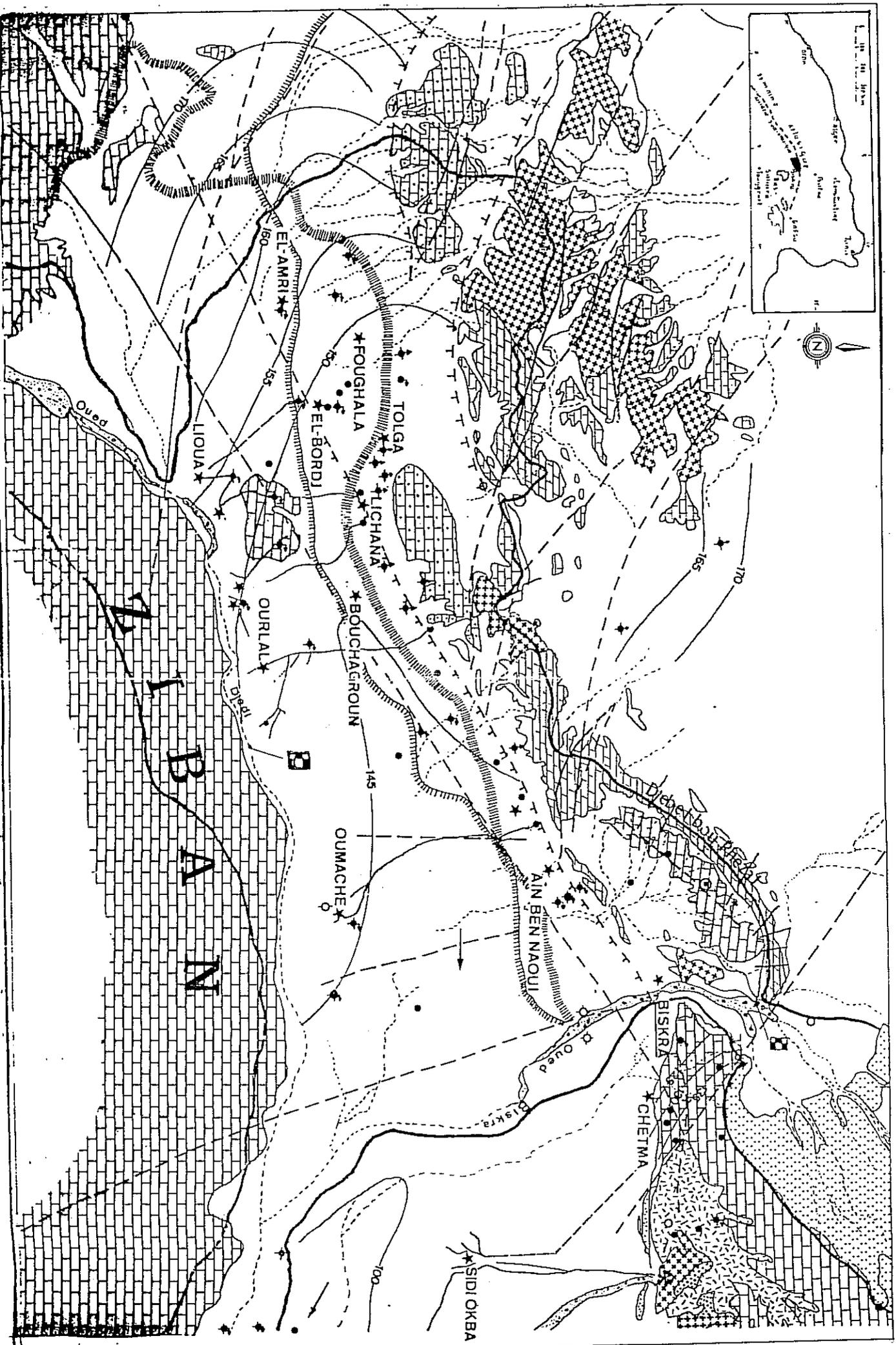
Source: Carte Hydrogéologique de Biskra 1981 - I.N.A.R.H

Salah - A

CARTE HYDROGEOLOGIQUE

Carte 9

Region de Biskra



III L'EVOLUTION HYDRAULIQUE DES ZIBANS

A - LA SITUATION GENERALE DANS LE ZAB GHERBI

Dans le Zab Gherbi le débit disponible, en provenance de la nappe des calcaires est de 4074 l/s, soit 4,07 m³/s. Ce débit est procuré par les forages et puits équipés de pompes. L'examen du débit disponible de 1930 à 1967 (tableau 32) ne montre qu'une légère augmentation de 3 % à peine.

Tableau 32 Evolution hydraulique globale dans le Zab Gherbi

Année	1930	1952	1967	1973	1983
			(1)	(2)	(3)
Débit total disp	2113	2177	2182	3251	4074
En l/s					
Débit des sources	1524	1319	675	822	98
En l/s					
Débit des puits	589	845	730	?	?
jaill en l/s					
Débit des forages	0	13	777	2429	3976
et pompages l/s					
Nombre des sources	49	50	11	16	1
Nombre des puits	48	62	34	?	?
jaillissants					
Nombre des forages	0	2	32	160	283
en pompage					

(1) C. NESSON, 1978

(2) D.E.M.R.H, 1973

(3) Données recueillies auprès la Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Biskra.

Cette valeur est quasi négligeable et les ressources globales peuvent être considérées comme constantes.

Par contre, les débits donnés par les sources et ceux assurés par les puits n'ont pas connu la même stabilité. Le débit des sources a été de 1524 l/s en 1930, s'est abaissé à 1319 l/s en 1952, avant de tomber au débit de 822 l/s en 1973. Aujourd'hui le débit des sources a connu une grande chute (93 %), soit un débit de 98 l/s restant en 1983. Ce débit est fourni essentiellement par la source d'Oumache. Cette évolution, qui représente une diminution de 55 %, s'est accompagnée d'une augmentation du débit des puits de 1930 à 1952. Celui-ci passe de 589 l/s à 845 l/s en 1952; puis, il s'est abaissé à 730 en 1967. Cela représente une diminution de 13,6 %. Mais, alors que le débit des puits était entièrement jaillissant en 1930, il a commencé à diminuer depuis 1952. En 1973 plus de 68 % du débit provient de pompage. Par contre, la totalité du débit de 1983 provenait du pompage.

Ces évolutions ne sont évidemment pas advenues sans un changement du mode d'obtention. Alors que 49 sources actives représentaient 51 % des points d'eau en 1930. Les 16 sources de 1973 ne constituaient plus que 10 %. Au cours de la même période le nombre des puits fournisseurs d'eau s'est élevé de 48 en 1930 à 160 en 1973 et à 283 en 1983.

1- La situation des palmeraies de 1930 à 1967

L'évolution hydraulique dans le Zab Gherbi s'est-elle accomplie de façon uniforme dans toutes les palmeraies ?

La comparaison de la situation de chaque palmeraie en 1930 et en 1967 (tableau 33), fait ressortir les aspects régionaux des changements suivants (NESSON.C,1978).

- trois secteurs ont des prélèvements de forts débits supérieurs à 250 l/s en 1967: (Lichana-Bouchagroun), (Tolga-El-Bordj) et (Lioua-Sahira). Alors qu'en 1930, les zones les plus exploitées étaient Lichana, Tolga et Ourlal.

D'après (NESSON.C,1978), un déplacement des ressources a donc eu lieu au cours des quatre dernières décennies. Plus précisément encore, diverses régions peuvent être distinguées selon le type d'évolution qu'elles ont subie.

Ainsi, dans les palmeraies d'amont, trois secteurs ont connu des évolutions distinctes.

- La région située à l'Est de Lichana est marquée par une augmentation très importante, triplant les débits disponibles en 1930;
- La région qui s'étend à l'Ouest de la précédente est au contraire affectée par une baisse atteignant plus de 40 % à Tolga;
- Enfin, la région située à l'Ouest de Tolga, Foughala, El-Bordj et El-Amri a vu sa situation améliorée par une augmentation du débit disponible.

De la même manière trois groupes d'Oasis apparaissent dans les palmeraies d'aval du Zab Gherbi:

- la région d'Oumache est marquée par un débit stable;
- le groupe d'Ourlal est atteint par un déclin supérieur à 50%;
- l'ensemble Lioua-Sahira est doté d'une augmentation considérable en 1967.

Ainsi, au Sud comme au Nord, la partie centrale est frappée d'une baisse très notable, tandis que les parties extrêmes connaissent soit une stabilité soit une forte progression.

2- La situation des palmeraies de 1973 à 1983

L'examen du tableau 33 donne un débit de 2429 l/s procuré par les forages et un débit de 822 l/s fournis par les sources en 1973. Par contre, le débit global en 1983 est de 4073 l/s. Ce débit provient entièrement du pompage. Cela explique que le pompage gagne toutes les palmeraies.

Cette évolution hydraulique, qui représente une augmentation de 20 % (débit en 1983 par rapport au débit 1973), s'est accompagnée d'un changement intervenu dans la répartition des points fournisseurs d'eau; c'est le tarissement des sources.

Les palmeraies situées en amont de Bouchagroun à Foughala étaient alimentées en 1930 par 37 sources, aujourd'hui toutes les sources sont taries et ont cédé la place aux pompages. Toutes les sources des palmeraies d'aval sont également taries. La seule source qui est toujours active est la source d'Oumache avec un débit de 98 l/s.

On constate que le pompage, inconnu en 1930, s'est largement développé aujourd'hui, puisqu'il est présent partout (283 forages en 1983 contre 159 forages en 1973). Le pompage le plus intense se dégage nettement dans la zone qui correspond à une forte occupation humaine et une grande extension culturelle. Parmi ses oasis, Tolga comporte à elle seule 77 forages équipés de pompes.

Tableau 33 Evolutions des débits dans le ZAB GHERBI de 1930 à 1983

	1930				1967				1973				1983									
	Débites disponibles en l/s	Débites des sources	Débites des puits Jailliss	Nb des sources	Nb des Puits Jailliss	Débites disponibles en l/s	Débites des sources Jailliss	Débites des Puits Pompe /	Nb des sources Jailliss	Nb des Puits Pompe /	Débites disponibles en l/s	Débites des sources en l/s	Nb des Forage	Nb des sources	Débites disponibles en l/s	Débites des Forage en l/s	Débites des sources en l/s	Nb des Forage	Nb des sources			
Megloub	45	43	3	3	1	111	56	35	20	3	2	1	106	59	47	4	2	57	57	3		
Bouhagroun	58	58		4		186	22	17	147	1	2	5	55	54	1	3	1	310	310	27		
Lichana	259	220	39	7	3	212	64		148	1		4	157	157		8		230	230	19		
Farfar	137	119	17	5	1	92			92			2	30	30		2						
Tolga	548	171	377	8	23	340	42	120	178	2	7	11	734	677	57	49	5	732	732	77		
el-Bourdj	168	142	26	10	2	304		269	35		10	2	839	771	68	56	3	678	678	74		
Foughala	128	1	127	1	18	164		78	110		8	5	159	154	5	15	1	904	904	35		
el-Amri	12	12		2		82		35	47		2	2	318	318		17						
Dumache	170	170		1		170	170			1			190	13	177	2	1	541	541	98	1	
Ourlal	467	467		1		230	230			1			467	125	342	2	1	477	477	25		
Lioua-Schiva	121	121		7		267	91	76		2	3		196	71	125	2	2	145	145	3		
Total ...	2113	1524	589	49	48	2182	675	730	777	11	34	32	3251	2429	822	160	16	4074	3976	98	283	1

B - LES PROBLEMES POSES PAR L'EVOLUTION HYDRAULIQUES

Dans le passé, les hommes utilisaient uniquement les ressources offertes par les nappes phréatiques, par les sources, ainsi que les eaux de surfaces drainées par les Oueds issus des monts de l'Atlas Saharien. Les Zibans, notamment le Zab Gherbi, montrent qu'il a été possible de créer des oasis relativement importantes en se servant seulement de la nappe phréatique.

Le site et la disposition des oasis sur le piémont atlasique indiquent la place tenue par les oueds dans l'approvisionnement des hommes, et l'irrigation des cultures, dans toutes les Oasis. La vie était ainsi entretenue par des prélèvements sur les écoulements superficiels et souterrains. Mais la faible implantation humaine permettait partout l'utilisation des ressources existantes sans modifier l'aspect naturel des ressources en eau. Par contre, plus tard, le développement de l'exploitation a modifié les équilibres de la nature, en perturbant considérablement le niveau des nappes souterraines.

1- La disparition de l'artésianisme

La chute des niveaux piézométriques des nappes constitue pour les oasis du Bas-Sahara un problème majeur puisqu'elle entraîne une disparition des débits artésiens et le tarissement des sources.

Rappelons qu'en 1900, le nombre des sources était de 80, il n'en reste qu'une seule aujourd'hui, c'est la source d'Aïn-Oumache. Ce sont les forages qui ont provoqué la baisse des niveaux hydrostatiques et le tarissement de la plus grande partie des sources.

Les surfaces isopièzes présentent toutes une pente en direction du Nord et des ombilics creusés dans les zones des CHOTTS, ce qui explique que ces CHOTTS jouent le rôle d'exutoire pour toutes les eaux captives de la région. Dans les Zibans, les courbes isopièzes du complexe hydraulique terminal, (fig. n°10) indiquent également un écoulement en direction des grands CHOTTS. Cette région, pour l'ensemble du Bas-Sahara, est donc une zone de sortie des eaux captives.

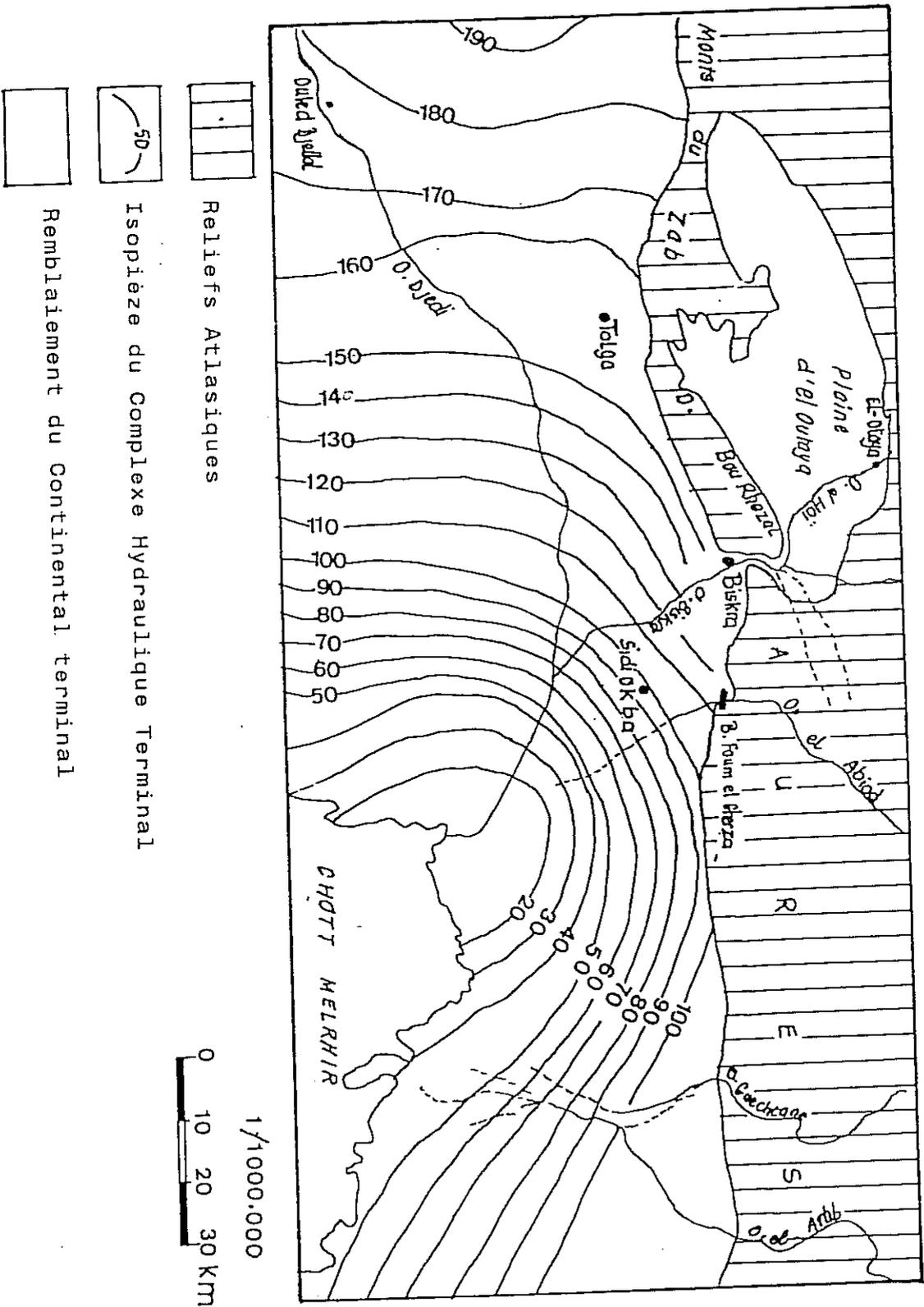
Autre point important : chaque niveau de forages agit sur le puit précédent, en abaissant son débit et en provoquant le tarissement des sources, surtout dans la région qui a connu un grand tarissement des sources.

2- La situation dans les palmeraies

Comme toutes les oasis du Bas-Sahara, les Zibans ont en commun une grande perturbation. Cette perturbation a pour cause la baisse du niveau piézométrique de la nappe. Les palmeraies du Zab Gherbi connaissent un abaissement de la surface isopièze de la nappe qui les alimente. Le phénomène s'est traduit par des changements radicaux dans le mode d'obtention des eaux. Ce changement est confirmé par les statistiques figurant dans le tableau de l'évolution hydraulique. Ce sont les forages qui ont provoqué la baisse des niveaux hydrostatiques et le tarissement total des sources.

A l'intérieur d'une même palmeraie, on peut constater un phénomène d'interaction entre les puits très rapprochés. Les cônes d'abaissement, provoqués pour chaque puits, s'imbriquant les uns dans les autres, entraînent localement une disparition totale de l'artésianisme (NESSON.C,1978).

Carte 10 Piézométrique du complexe hydraulique terminal (Turonien-Sénonien-MIO-Pliocène)
 (D'après NESSON.C, 1978)



Les dépressions affectant les surfaces isopièzes sont, par contre, en rapport avec une densité de forages élevée et elles constituent de ce fait des phénomènes locaux. Il n'en demeure pas moins qu'elles ont tendance à atteindre la majeure partie des zones cultivées et qu'elles entraînent bien des soucis pour les hommes des oasis par la faible croissance des débits globaux dont elles sont responsables, malgré l'augmentation continue du forages.

C - LES POMPAGES ET LEURS CONSEQUENCES

L'abaissement général des niveaux piézométriques nécessite un important développement des pompages. Certains agriculteurs, ont obtenu déjà, par ce procédé, un appoint appréciable pour des débits devenus insuffisants. D'autres, pressés par un besoin vital, ont remplacé de cette manière les débits artésiens disparus.

Le pompage prend aujourd'hui l'un ou l'autre aspect mais, de plus en plus, il est devenu un moyen indispensable pour l'obtention de l'eau. La moto-pompe est largement utilisée dans les Zibans, soit pour l'exploitation des puits qui sont creusés dans la nappe phréatique, soit pour l'équipement des forages atteignant l'Eocène. Le pompage est apparu dans les Zibans vers 1952.

Actuellement aucun recensement des moto-pompes ne permet de déterminer leur nombre exact, mais l'augmentation du débit pompé traduit leur rôle croissant dans l'épuisement des nappes phréatiques. On voit aujourd'hui, dans certaines palmeraies, des moto-pompes rassemblées autour d'un même forage, chacune d'entre elles appartient à un ou à plusieurs propriétaires. Ces pompes peuvent entrer en action pour une durée d'une à deux heures par jour, au moment du tour d'eau prévu par l'ensemble des ayant-droits du puits.

Le pompage est un recours indispensable à la suite des tarissements des puits artésiens. Il peut assurer la pérennité des cultures dans chaque oasis et contribue ainsi au maintien des groupes humains dans les centres où ils sont implantés. Son adoption est, malheureusement, loin d'être sans danger.

Le déclenchement d'un pompage dans une nappe artésienne provoque, en effet, la baisse générale des niveaux de pression. Cet abaissement est d'ailleurs indispensable à la libération de l'eau qui se fait par détente élastique et par tassement de la formation aquifère. Si on arrête le pompage, les niveaux statiques reprennent lentement leur position initiale. Or, au fil des années d'exploitation, il apparaît que ces derniers ne reprennent plus cette position. C'est alors qu'on peut parler de "surexploitation" (NESSON, C 1978).

Le tableau ci-apès (G.MAUGET, 1967) donne les valeurs de cette baisse de pression dans la nappe de Tolga.

Tableau 34 Variation de la pression de la nappe de Tolga
(d'après: G.MAUGET, 1967)

Forages	Période d'obser	Baisse des niveaux de pression
Hadoud	de 1955 à 1967	- 1,50 m
Ain-Gandour	de 1951 à 1967	- 2 m
Puits PetC	de 1961 à 1967	- 1,20 m
Ain-Mokhtar	de 1951 à 1967	- 3 m
Ain-Bengana	de 1957 à 1967	- 1 m

La baisse des pressions hydrostatique, qui est générale à la nappe de Tolga, provoque des rabattements de niveaux piézométriques importants; ex: le niveau statique du puits Aïn-Suzy dans la palmeraie de Foughala, en amont, était en 1935 de l'ordre de + 16 m, par rapport au sol ; en 1967, il n'atteignait plus que + 13,25 m. Pendant le même intervalle de temps, le débit a diminué de 57,5 l/s à 33,5 l/s. (G. MAUGET, 1967).

* l'évolution hydraulique dans les ZIBANS a été marquée au cours des dernières décennies par de nombreuses transformations. Les faits qui sont les plus caractéristiques sont la disparition de l'artésianisme et la disparition des sources.

La modification des équilibres hydrostatiques reste le problème hydraulique majeur des ZIBANS. La disparition de l'artésianisme à la suite de l'abaissement des niveaux piézométriques, entraîne certaines difficultés.

C H A P I T R E I I

LES EAUX DE SURFACE

INTRODUCTION

A l'image d'un climat capricieux, les cours d'eau alimentant les Zibans ont un écoulement périodique très irrégulier. Les oueds les plus importants prennent naissance dans les Aurès (versant Sud), où les précipitations sont de l'ordre de 400 mm à 500 mm/an et plus.

L'irrégularité des écoulements des oueds, accentuée par la faiblesse d'un équipement hydrométrique, rend extrêmement difficile la quantification des écoulements à différents niveaux des oueds.

En effet, les moyens dont nous disposons sont malheureusement très limités. Nous citerons en exemple la faiblesse et l'absence totale de relevés hydrométriques, notamment sur les oueds Biskra et Djedi, nécessaire à toute étude d'hydrologie.

Les données obtenues le sont grâce aux stations situées en amont sur l'Oued-El-Kantara et Abdi. Mais elles seront évidemment loin d'être précises. Ceux-ci constituent une approche des ressources disponibles. Ces Oueds présentent un intérêt majeur pour l'alimentation des nappes phréatiques des Zibans.

Le problème essentiel a été de dégager une période durant laquelle tous les Oueds ont connu des mesures relativement complètes. Cela a été pratiquement impossible, tant les périodes sont différentes: l'oued el-Hai dispose 10 ans d'observations, par contre l'oued Abdi ne dispose que 6 ans d'observations. Mais cela évidemment est gênant, car les pluies sont locales.

I ÉCOULEMENT MOYEN INTERANNUEL

A- DEBITS MOYENS; DEBITS SPESIFIQUES ET HAUTEUR DE LA LAME D'EAU ECOULEE

1) Débits moyens

* L'Oued Kantara, ainsi que ses affluents, écoule à la station d'El-Kantara un débit moyen égal à $0,62 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $20 \text{ Hm}^3/\text{an}$, pour la période de 1968/69 à 1977/78 (10 années d'observation), sur une aire de réception de 1125 km^2 .

* L'oued Abdi a un débit moyen de $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$, à la station de Djemorah, pour la période 1971/72-1977/78 (6 ans d'observation).

En effet, les apports des oueds sont modestes, ceci s'explique essentiellement par le caractère du climat, qui est semi-aride (climat du versant sud des AURES). Ce climat traduit par de faibles précipitations (moins de $300 \text{ mm}/\text{an}$) et par une évaporation élevée ($1326 \text{ mm}/\text{an}$ à El-Kantara). Le tableau (35) représente les moyennes et le débit spécifique que nous avons calculé pour les stations d'El-Kantara et de Djemorah. Par contre pour les données de la station de Foum-el-Gharza nous avons utilisé les données de l'étude de Cascha et Aardes, 1966.

2) Débits spécifiques

Les variations spatiales de l'écoulement superficiel, à l'échelle des bassins hydrologiques, peuvent être mieux caractérisées par les débits spécifiques. Ces derniers permettent en effet de faire la comparaison des bassins d'étendues différentes, car ils synthétisent l'interaction des divers facteurs (morpho,géo,climatiques...) à l'échelle annuelle, d'un bassin à l'autre.

L'oued El-Kantara a un débit spécifique de 0,54l/s/km². Par contre, l'oued Abdi a un débit spécifique supérieur à 1,00 l/s/km². Cette différence de débit peut être effectivement expliqué par l'extension spatiale différente des deux bassins versants :

- le bassin de l'oued Abdi est un bassin très ramassé et caractérisé par une forte pente (en amont) qui favorise largement l'écoulement de surface.

Tableau 35 Variations des modules moyens interannuels et spécifiques

ST	Période	Superficie	Apports	Q(m ³)	ql/s/km ²
El-Kantara	1968-78	1125 Km ²	20 Hm ³	0,62	0,55
Djemorah	1971-78	504 Km ²	19 Hm ³	0,60	1,00
Foum-el-Gherza	1950-58	1320 Km ²	18 Hm ³	0,57	0,43

3) Hauteur de la lame d'eau écoulée

La lame d'eau écoulée est exprimée souvent par le débit spécifique, ou indice d'écoulement, dont le volume serait égal à celui de l'eau ayant traversé la station pendant les périodes considérées. Le mode de calcul (voir page 180) permet de faire la comparaison avec la hauteur moyenne de précipitations correspondantes (même période).

hm³

Figure 32 Les apports annuels

d'Oued El-Kantara

40
30
20
10
0

$Q = 20 \text{ hm}^3$

1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978

Qm³/s

Figure 33 Les débits mensuels d'Oued El-Kantara
(Période 1968/69-1977/78)

octobre

Janvier

4
3
2
1,5
1,0
0,5
0,1
0

$Q = 0,62 \text{ m}^3/\text{s}$

1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978

B - L'IRRIGULARITE INTERANNUELLE ET INTERMENSUELLE DES DEBITS

L'irrégularité inter-annuelle et inter-mensuelle de l'écoulement peut être appréciée par la variation du coefficient d'hydraulicité (le rapport du débit d'une année donnée au débit moyen de la période). Ainsi des critères statistiques, tels que l'écart type, le coefficient de variation (CV) et d'irrégularité ou d'immodération (R) traduisent les débits extrêmes. Le coefficient d'immodération ou d'irrégularité est le rapport du débit annuel le plus abondant au débit annuel le moins abondant.

L'oued El-Hai-Biskra (el-Kantara) a un débit maximum pour la période considérée (10 ans) de 17,52 m³/s en l'année 1969/70 (492,11 mm) et un débit minimum de 2,51 m³/s en l'année 1977/78 (70,44 mm).

Le coefficient d'immodération est de: R = 6,98

$$R = \frac{17,52}{2,51} = 6,98$$

1) Coefficients d'hydraulicités

Le tableau (36) et la courbe (34) montrent les coefficients d'hydraulicité qui traduisent l'irrégularité inter-annuelle d'une année à l'autre, pour la station d'El-Kantara. Les valeurs obtenues pour cette période accusent une hydraulicité élevée. Le coefficient le plus élevé est de 2,83 pour l'année 1969/70. Cette année a connu une pluviométrie très forte (tout le versant Sud des Aurès et les Zibans, ont connu une forte pluie torrentielle, en septembre et octobre). C'est ainsi que les

apports annuels de la même année sont de 46,85 hm³. Les coefficients les plus faibles varient entre 0,40 et 0,42.

La variabilité des débits est la même que celle des pluies, elle est matérialisée par la succession des années humides et des années sèches.

Tableau 36 Valeurs de l'hydraulicité à El-Kantara

Années	Qm ³ /s	CH
1968 - 1969	3,13	0,42
1969 - 1970	17,52	2,36
1970 - 1971	2,65	0,35
1971 - 1972	12,22	1,64
1972 - 1973	11,7	1,57
1973 - 1974	4,07	0,54
1974 - 1975	4,01	0,54
1975 - 1976	6,45	0,86
1976 - 1977	10,02	1,35
1977 - 1978	2,51	0,33

3) Coefficients mensuels des débits (ou débits relatifs mensuels)

Les coefficients mensuels de débits ont l'avantage de permettre la comparaison des régimes d'hydrologie des cours d'eau. La courbe (35) montre un régime d'écoulement des eaux comportant des hautes eaux et des basses eaux. Le maximum correspond au mois de mars (1,80) alors que le minimum mensuel est atteint le mois de juin, juillet et août; c'est la saison

Figure 34 Variations interannuelles du modules
Oued El-Kantara (1968/69-1977/78)

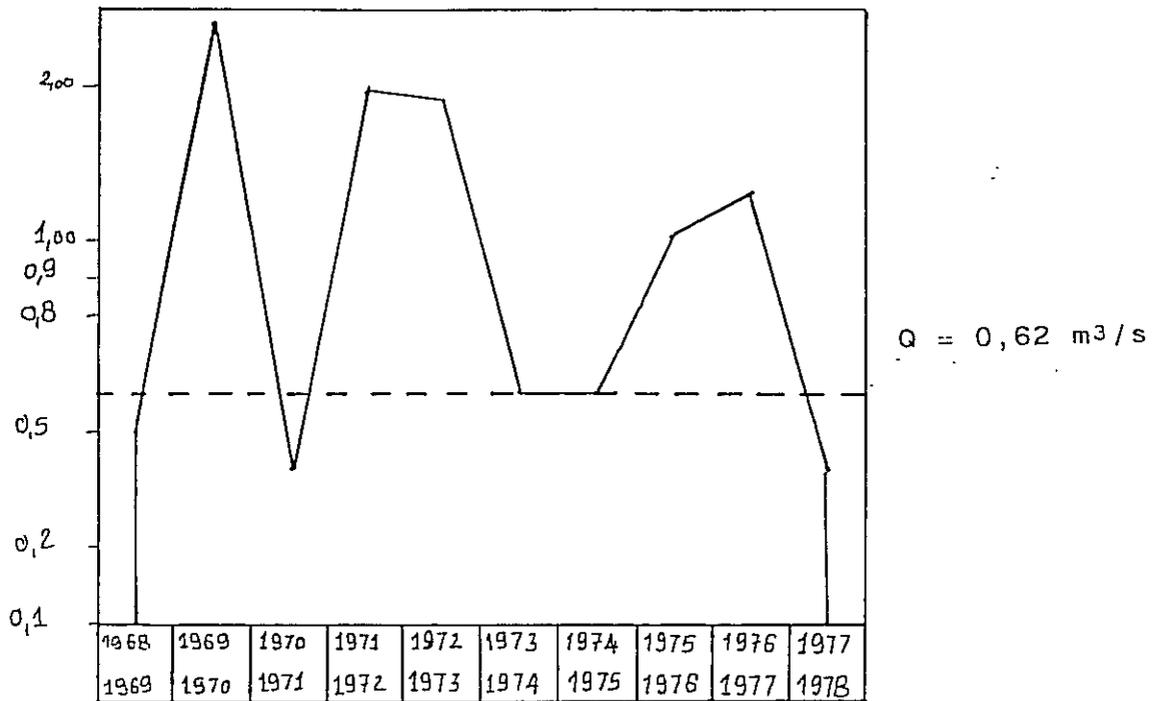
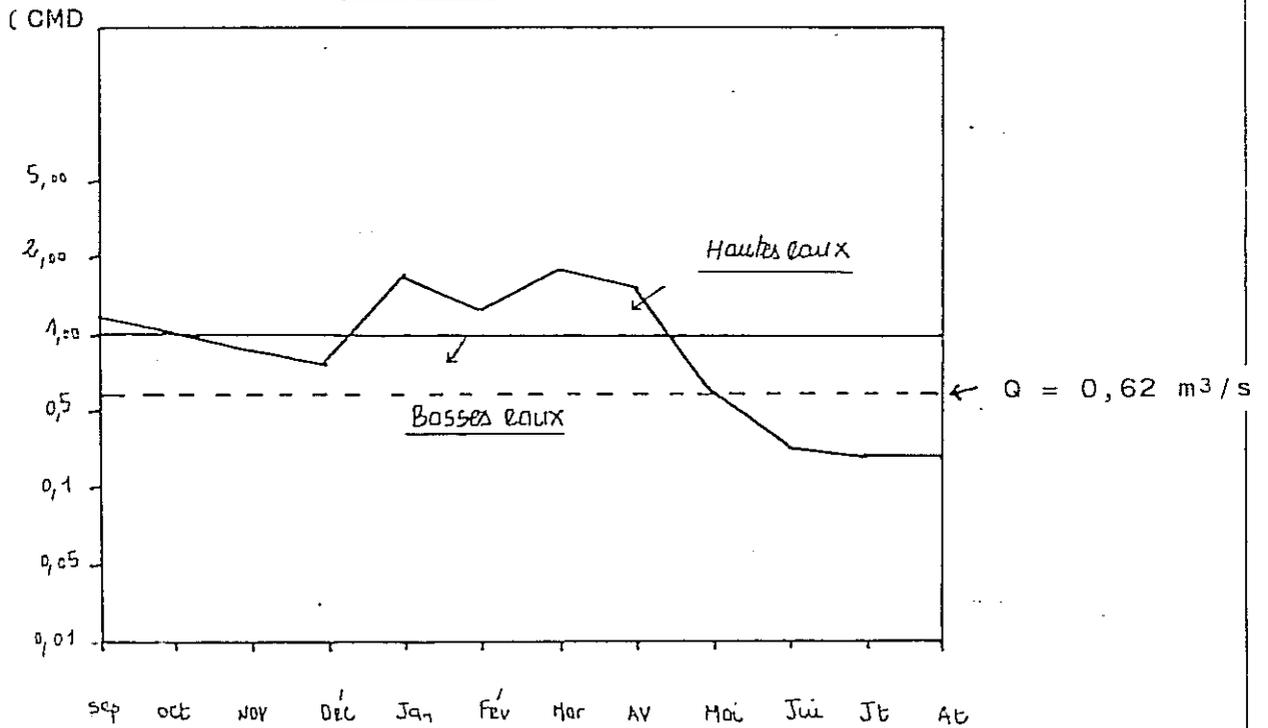


Figure 35 Courbe de coefficients moyens de débit
Oued El-Kantara



sèche pour la station d'El-Kantara. La courbe marque nettement l'irrégularité mensuelle et saisonnière des débits. Ainsi, cela indique que l'Oued a un régime semi-aride.

Tableau 37 Coefficients mensuels de débits: débits relatifs mensuels (en m³/s) à El-Kantara

	S	O	N	D	J	F	M	AV	M	J	JT	A
Débits absolus	0,76	0,67	0,58	0,50	1,09	0,80	1,12	1,04	0,40	0,18	0,14	0,14
Débits relatifs	1,22	1,08	0,93	0,80	1,75	1,32	1,80	1,67	0,64	0,29	0,22	0,22

3) Coefficient de variation

Le phénomène de variabilité de l'écoulement est bien exprimé par le coefficient de variation (CV) qui traduit la dispersion relative des débits autour de la moyenne. Ce coefficient est de 1,06 cette valeur caractérise une variabilité forte qui confirme la forte irrégularité de l'écoulement que l'on rencontre souvent dans les régions arides et semi-arides.

Tableau 38 Coefficients de variations st El-Kantara

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT
Qm ³ /s	0,76	0,67	0,58	0,50	1,09	0,82	1,12	1,04	0,40	0,18	0,14	0,14
α	0,70	1,48	0,74	0,66	1,48	0,65	0,90	0,80	0,28	0,10	0,15	0,13
CV	0,90	2,20	1,27	1,32	1,35	0,79	0,80	0,76	0,7	0,55	1,07	0,92

C - DEFICIT ET COEFFICIENT D'ECOULEMENT

Pour l'établissement d'un bilan, il est plus commode de raisonner en hauteur d'eau qu'en volume. Aussi a-t-on établi, pour les débits, la notion de lame d'eau équivalente, définie comme la hauteur d'une nappe répartie sur une surface horizontale égale à la surface du bassin, et de volume égal au volume écoulé à la station pendant la durée de la période considérée. La lame d'eau est désignée par la lettre (H) et exprimée en millimètres :

$$H_{mm} = \frac{Q_{m^3/s} \cdot 31,6 \cdot 10^3}{S \text{ km}^2}$$

S = superficie du bassin

Q = module annuel

Tableau 39 Déficit d'écoulement des oueds

STATIONS	EL-KANTARA	DJEMORAH	FOUM-EL-GHERZA
Superficie Km ²	1125	504	1320
Précipitation P(mm)	208 mm/an	136 mm	127 mm(1969/1982)
Écoulement H(mm)	17 mm	38 mm	14 mm
Déficit d'écoulement			
D = P - H	191 mm	98 mm	113 mm
Coeff d'écoulement	8,17 %	27,94 %	11 %
C = H/P			

Le déficit d'écoulement est désigné par la lettre (D), c'est la différence, pour une période donnée, entre la précipitation moyenne et la lame d'eau écoulée à la station:

$$D = P - H$$

La hauteur moyenne annuelle des précipitations tombées sur le bassin versant à la station durant la période (1968-1978) est de 208 mm/an. La lame d'eau calculée, pour la même période, est équivalente, à 17 mm pour la station de El-Kantara. Par contre, à la station de Djemorah, celle-ci est de 38 mm pendant la période (1972-1978). Malgré une période courte de 6 ans d'observation, le bassin de l'Oued Abdi a une lame d'eau écoulée supérieure à celle de Kantara.

L'explication réside ici dans les disparités morphologiques : la pente générale est beaucoup plus forte sur le bassin de l'Oued Abdi, en amont du bassin; une concentration plus rapide des eaux de ruissellement est également favorisée dans ce dernier cas, par la forme même du bassin (Bassin très ramassé).

Le coefficient d'écoulement, d'ailleurs, n'est pas le même. Deux causes principales conjuguent le coefficient d'écoulement: d'abord, l'altitude moyenne du bassin d'Oued Abdi, beaucoup plus élevées que celle du bassin d'El-Kantara. Cela implique des températures plus élevées dans la vallée de l'Oued Kantara, et par conséquent, une plus grande évaporation. En second lieu, les régimes respectifs des températures et de pluies expliquent le phénomène de l'écoulement.

D - DISPONIBILITES ANNUELLES EN EAU DE SURFACE

Les apports annuels moyens de l'Oued Hai-Kantara, à la station d'El-Kantara, s'élèvent à 20 hm³ pendant une période de 10 ans (1968-1978). Le débit moyen annuel est de 15,23 millions de mètres cubes, pour la même période.

Les apports annuels moyens de l'Oued Abdi sont de 19 hm³, pour la période de 1972-1978. Pour une aire de réception de 504 km² à la station de Djemorah, la disponibilité annuelle est de 18,96 millions de mètres cubes.

Cette notion de débit annuel moyen n'a qu'une signification théorique puisque les ressources en eau superficielle sont soumises à de très fortes variations saisonnières, allant dans le sens inverse des besoins.

II LES CRUES

Les crues restent mal connues dans la région, mais on possède quelques rares observations dispersées. Cependant, on peut se référer à la période disponible de 1968-1978 pour donner une idée sur les crues dans cette région.

La crue la plus importante a été enregistrée en octobre 1969 (figure 36) avec un débit journalier de 57,51 m³/s. Les crues de l'Oued Hai-Kantara sont fréquentes en saison d'automne surtout les mois de septembre et octobre (tableau 40). Ces résultats nous amènent à dire que les crues coïncident avec l'intensité des averses (ou pluies torrentielles), puisque ces dernières sont fréquentes dans le bassin versant Sud de l'Aurès pendant les mois de septembre et octobre.

Qm/s Figure 36

Qued E1-Kantara Crue: Octobre 1969
Q = Débit Journalier: 57,51 m³/s
Q = Débit Instantané: 291 m³/s

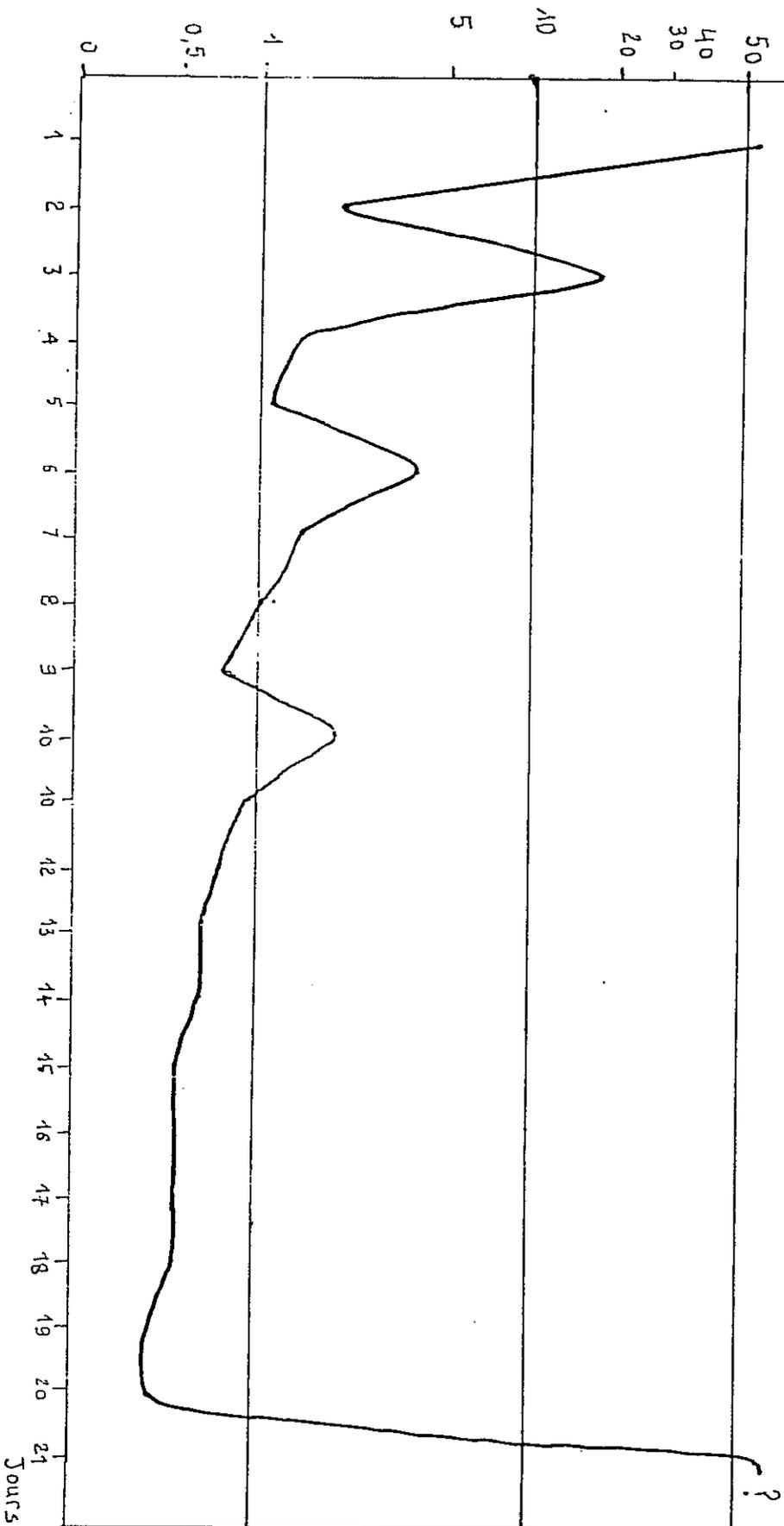


Tableau 40 Les crues de l'oued HAI-EL-KANTARA

Année	A	B	C	D
1969 / 70	1/10/69	291	55,91	19 %
1969 / 70	21/10/69	291	57,51	20 %
1970 / 71	29/09/70	137,1	12,70	9 %
1971 / 72	27/11/71	130,6	34,14	26 %
1972 / 73	04/09/72	124	42,28	34 %
1976 / 77	08/09/76	67,2	16,66	25 %
1977 / 78	06/09/77	295	11,95	4 %

A = Date de la crue (m³/s)

B = Débit instantané maximal (m³/s)

C = Débit journalier maximal (m³/s)

D = $\frac{C}{B} \times 100$

En général, les crues des oueds du versant sud des Aurès sont caractérisées par deux maximums, en Septembre et en Octobre.

CONCLUSION

Les écoulements superficiels des oueds des Aurès (versant Sud), ont une double fonction : ils participent tous à l'alimentation d'une partie des nappes souterraines des ZIBANS. En outre, dans les vallées, ils permettent le développement d'une agriculture irriguée, grâce à l'utilisation directe des eaux précipitées sur les versants. Avec une moyenne de 8 jours de crues par an, l'oued BISKRA apporte sa contribution à l'alimentation des nappes, en particulier la nappe phréatique.

L'Oued BISKRA est drainé à l'amont par deux artères principales, l'oued ABDI et l'oued EL-HAI-KANTARA.

- L'Oued EL-HAI-KANTARA a écoulé à la station de Kantara un débit annuel moyen de 20 millions mètres cubes, entre 1968 et 1978. Ces crues ont eu un débit maximal de 57,51 m³/s, enregistré le 21/10/1969, avec un débit maximal instantané de 295 m³/s.

- L'Oued ABDI a écoulé à DJEMORAH (station) un débit annuel moyen de 19 millions mètres cubes, entre 1971 et 1978.

- Le bassin voisin de l'oued EL-ABIOD a une superficie de 1320 km², fourni au barrage de Foug-el-Gherza entre 1950 et 1961 un débit annuel moyen de 22 millions mètres cubes. La moyenne annuelle des jours des crues a été de 5,6 par an, au cours de la même époque. Alors qu'antérieurement, le total moyen annuel des crues s'était élevé à 7 jours par an.

Les oueds des Aurès Sud ont tous une moyenne de jours de crue supérieure à 5 jours par an. Leur débit écoulé est relativement élevé, il existe même sur certaine artères des écoulements pérennes ou semi-permanents.

L'Oued EL-HAI-KANTARA a un écoulement semi-permanent, dont le débit varie de 100 à 200 l/s .

L'Oued EL-ABIOD, avant la construction du barrage offrait un écoulement pérenne .

Malgré la superficie réduite de leurs bassins, tous ces oueds acheminent vers le CHOTT MELRHIR un volume d'eau relativement important, résultant de précipitations supérieures à 400 mm par an.

C H A P I T R E I I I

ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX

Dans les zones arides ou semi-arides, les eaux disponibles sont fréquemment salines. Elles sont cependant utilisables, moyennant un certain nombre de précautions et en admettant une certaine réduction des rendements. Les quelques considérations qui suivent permettent de se tirer d'affaire pour utiliser les eaux salines.

Pour l'irrigation, la salinité de l'eau s'exprime en conductibilité spécifique à 25° (CE 250) qui est fonction directe de la concentration en anions de l'eau. Cette relation est : $CE\ 250 = 100$ (J.H. DURAND, 1988).

Les éléments chimiques les plus communs sont : les chlorures, les sulfates, les bicarbonates de calcium, le magnésium et le sodium. C'est la concentration et la proportion relative de ces sels qui déterminent l'éventuelle possibilité d'utilisation de ces eaux pour l'irrigation.

I - L'ANALYSE DES EAUX DE SURFACE

Dans la région étudiée, une analyse chimique a été faite sur quelques échantillons d'eau du barrage de Fom-El-Gherza. Ces échantillons ont été prélevés en différents points du parcours de séguia, suivi pour la distribution des eaux d'irrigation le long du parcours, qui débute du point de prise jusqu'à la rentrée de la palmeraie de Sidi Okba (tableau 41).

De nombreuses formules ont été proposées. La plus utilisée est la relation de GAPON, appelée taux d'absorption du sodium T.A.S (S.A.R. en anglais).

S.A.R. $\frac{Na+}{$

$$\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}$$

Le degré de S.A.R (tableau 41), obtenu par cette analyse montre que les eaux du barrage sont utilisables dans tous les terrains du périmètre. En effet, la valeur de ce paramètre ne dépasse, ici, jamais 1,5. Les S.A.R obtenus appartiennent à la catégorie (0 à 10), donc à celle correspondant aux eaux utilisables pour l'irrigation.

Les valeurs du S.A.R. ont été calculées à partir de la formule de GAPON. Elles sont présentées dans le tableau (41), sous la forme de degré et la concentration, d'ions de Ca++, Na+ et Mg++ de chaque points de prélèvement.

Tableau 41 La concentration de degré S.A.R. au barrage de Fom-El-Gherza

Points prélèvement	Na+	Ca++	Mg++	SAR	Dates
	3,49	11,88	4,22	1,2	9/7/66
Sortie de la galerie	3,59	12,08	5,02	1,2	20/7/66
	3,86	23,20	1,86	1,1	11/5/67
Entrée de la palmeraie	3,49	11,93	4,87	1,2	9/7/66
	4,01	22,80	2,26	1,1	11/5/67
	4,98	15,19	6,51	1,5	9/7/66
Cuvette d'irrigation	3,85	23,51	2,12	1,1	11/5/67
	3,91	23,37	2,65	1,1	11/5/67
Irrigation terminée depuis plusieurs jours	4,87	26,26	3,02	1,3	11/5/67
Au Sud de la palmeraie	4,29	22,71	2,35	1,2	11/5/67

II - L'ANALYSE DES EAUX SOUTERRAINES

1) La nappe Eocène

La composition chimique des eaux d'irrigation des palmeraies du Zab Gherbi est variable de l'amont vers l'aval de la nappe Eocène. Les eaux sont moins chargées en sels dissous dans le secteur amont, particulièrement dans la palmeraie de Foughala et Tolga, où le R.S. est de 1,4 à 2,28 g/l. Mais, en général la minéralisation des eaux (source et nappe) peut varier entre 1 et 3 g/l, dans les palmeraies d'amont.

En revanche, dans les palmeraies d'aval, la concentration totale de minéralisation augmente en même temps que la nappe devient profonde (recouvrement des terrains salés). Le R.S. dépasse dans les palmeraies la valeur de 3 g/l et atteint 6,5 g/l à Oumache et Sahira.

La teneur en sulfate reste toujours très nettement dominante, ce qui entraîne un enrichissement sensible en calcium, par rapport aux chlorures et par rapport au sodium.

Tableau 42 Composition chimique des eaux d'irrigation
"Nappe Eocène" % g/l

Minéralisation	Source d'Oumache	Source A.B.N	Tolga (Nappe)
HCO ₃	0,195	0,293	0,232
Cl	0,20	0,90	0,08
SO ₄	1,51	1,18	1,34
Ca	0,40	0,24	0,4
Mg	0,122	0,122	0,110
Na	0,24	0,75	0,13
R.S	2,66	3,48	2,29

2) La nappe phréatique

Les eaux d'irrigation de la nappe phréatique sont très chargées, en minéralisation; le R.S. varie de 5,33 à 18,97 g/l selon les palmeraies (tableau 42)

- Palmeraies d'amont

A Tolga, la minéralisation de l'eau d'irrigation provenant de la nappe phréatique est de 12,26 g/l, dont l'eau contient des sels de SO_4 , Cl, Ca, Na et Mg.

La teneur en R.S. varie entre 12,26 (à Tolga) et 14,97 (à Aïn Ben Naoui). Cette augmentation est due à la teneur de SO_4 qui est comprise entre 2,75 et 4,63 g/l. Ainsi qu'à celle de Na, qui est de 2,68 à 3,55 g/l. Tandis que la teneur en ions Cl des eaux d'irrigation est très élevée à Tolga (2,75) ainsi qu'à Aïn Ben Naoui (4,80 gr/L).

- Palmeraies d'aval

A Oumache, la concentration des sels de la nappe phréatique est très élevée, elle atteint 15 à 18 g/l.

Cette augmentation de la minéralisation est due au sulfate chloridique qui contribue à l'accumulation des chlorures.

Les sels sont sulfatés à cause de la teneur importante des chlorures et de sulfate. Ces sels contiennent plus d'ions de gypse mais contiennent aussi du bicarbonates de sodium.

Le graphique (37) (GREEN.H,1957) permet d'apprécier la qualité de l'eau d'irrigation en fonction du pourcentage de sodium et de sa concentration chimique.

La formule pour calculer le pourcentage de sodium trouvé est la suivante :

Quotient de sodium en % =

$$\frac{\text{Na} \times 100}{\text{Na} + \text{Ca} + \text{Mg}}$$

d'où

$$\text{Milliéquivalents-gramme par litre} = \frac{\text{Na}}{\text{M}} \times 100$$

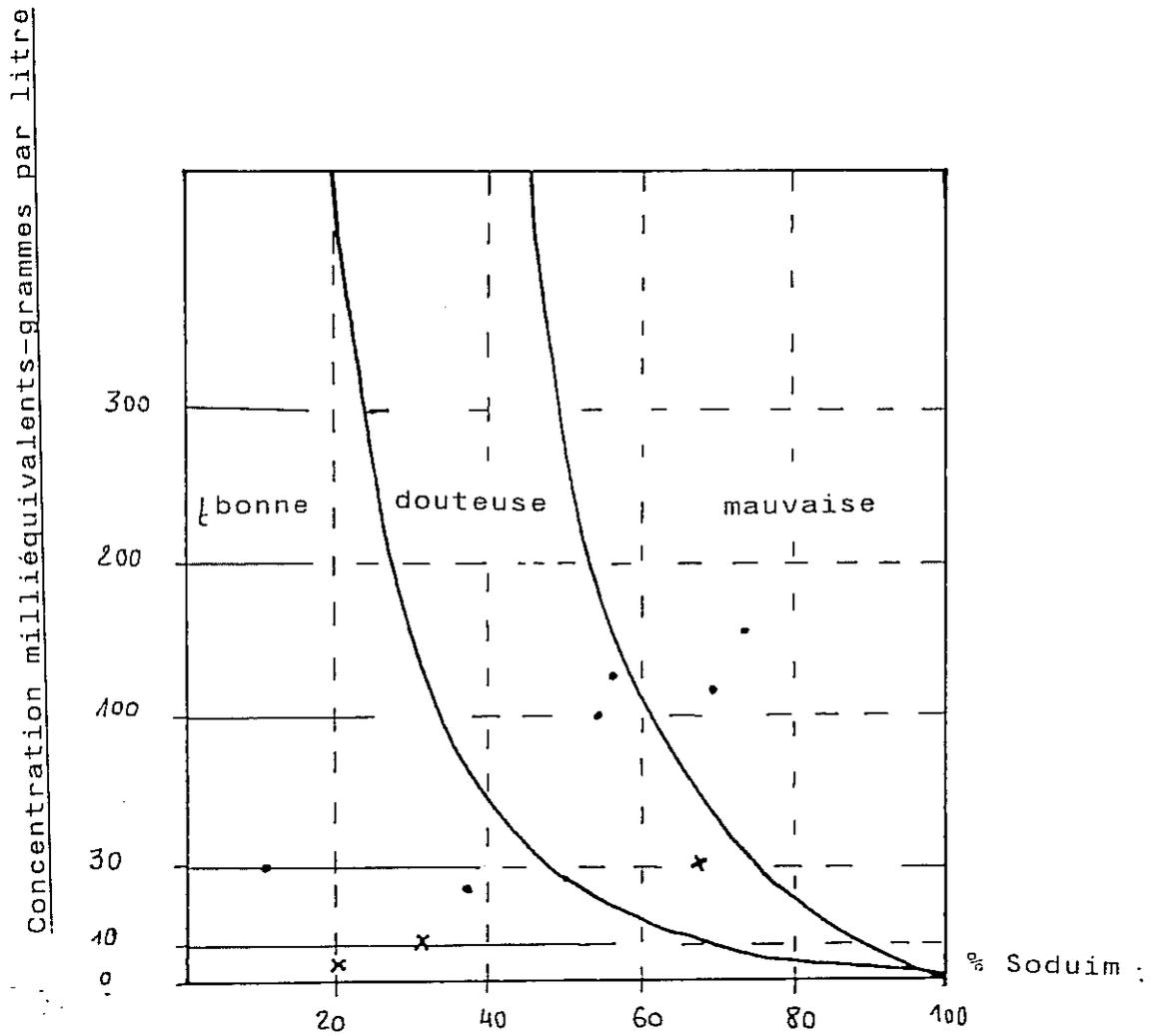
Na = sodium (concentration en %);

M = masse chimique de sodium.

Les eaux de la nappe phréatique sont classées dans la catégorie "douteuse" et "mauvaise" pour Aïn Ben Naoui et Oumache, dont la teneur en sodium dépasse les 60 %.

La méthode de H. GREEN est basée sur la concentration (en milliéquivalents-gramme par litre) et sur le pourcentage de sodium. Cette méthode indique que l'eau contenant plus de 30 milliéquivalents de sels par litre est habituellement impropre à l'irrigation et que le sodium peut atteindre 60 à 70 %.

Figure 37 Qualité des eaux d'irrigation
nappe phréatique et nappe des calcaires
dans le Zab Gherbi



- Nappe phréatique
- ✕ Nappe Eocène inférieure "Nappe de Tolga"

Tableau 43 Composition chimique des eaux d'irrigation
"nappe phréatique" (d'après ST:expérimentale A.B.N,1965)

Minéralisation	Nappe phréatique d'Oumache			Nappe phréatique	
	Puits n04	Puits n02	Eau de drainage	Ain Ben Naoui	Tolga
HCo ³	0,463	1,79	1,72	0,67	0,84
Cl	0,40	2,15	2,85	4,84	2,75
So ⁴	2,96	7,15	9,36	4,63	4,80
Ca	0,62	0,58	0,56	0,70	0,72
Mg	0,31	1,34	1,63	0,62	0,47
Na	0,55	2,29	2,29	2,85	3,55
R.S	5,33	15,31	18,97	14,97	12,26

En résumé: la composition chimique des eaux est variable de l'amont vers l'aval de la nappe éocène:

- les eaux sont moins chargées en sel dans les palmeraies d'amont ; vers l'aval, la concentration des sels augment, en même temps que la nappe devient plus profonde (recouvrement des terrains salés).

- les eaux de la nappe phréatique sont très chargées en sels (5 à 18 g/l).

- . dans les palmeraies d'amont: la nappe phréatique est moins chargée en sel, car elle est alimentée par des eaux proviennent de la nappe éocène.
- . dans les palmeraies d'aval: la nappe reçoit des eaux venant des terrains salés et des eaux de drainage.

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

La hauteur des pluies propres à la région est relativement faible, moins de 200 mm/an.

Les bassins versants (versant sud des AURES carte 11) qui drainent l'essentiel de la région, ont une superficie totale d'environ 2900 km². La pluviométrie moyenne annuelle représente 300 mm/an, elle atteint 400 mm sur les sommets montagneux et s'abaisse jusqu'à 148 mm/an aux endroits de la ville de BISKRA, située au débouché de l'oued Biskra.

Cette pluie est très irrégulière, pour une pluviométrie moyenne 148 mm/an. La pluie de fréquence décennale maximum est de 410 mm/an, la pluie de fréquence décennale minimum est de 34 mm/an, la médiane est de 128 mm/an.

Les apports moyens annuels sont d'environ 38 millions de m³. Ils varient dans la même proportion que la pluviométrie, de 10 millions de m³ à 80 millions de m³.

Les ZIBANS sont considérés comme l'exutoire souterrain de toutes les précipitations des AURES. Cependant, la région possède des nappes souterraines artésiennes assez puissantes, dans la plupart des palmeraies.

Ces nappes peuvent être classées en trois catégories, suivant la profondeur à laquelle elles se trouvent :

- nappes superficielles;
- nappes semi-profondes;
- nappes profondes.

- Les nappes superficielles: sont les mieux connues au niveau des palmeraies (nappe phréatique). Ces nappes se localisent généralement dans les accumulations alluvionnaires. On classe dans cette catégorie les nappes des alluvions des oueds, la plus importante est celle de l'oued Biskra. Le réservoir souterrain de cette nappe a 5 km² de superficie, soit environ 20 à 30 millions de m³ de capacité en eau pour un volume d'alluvions de 100 million de m³.

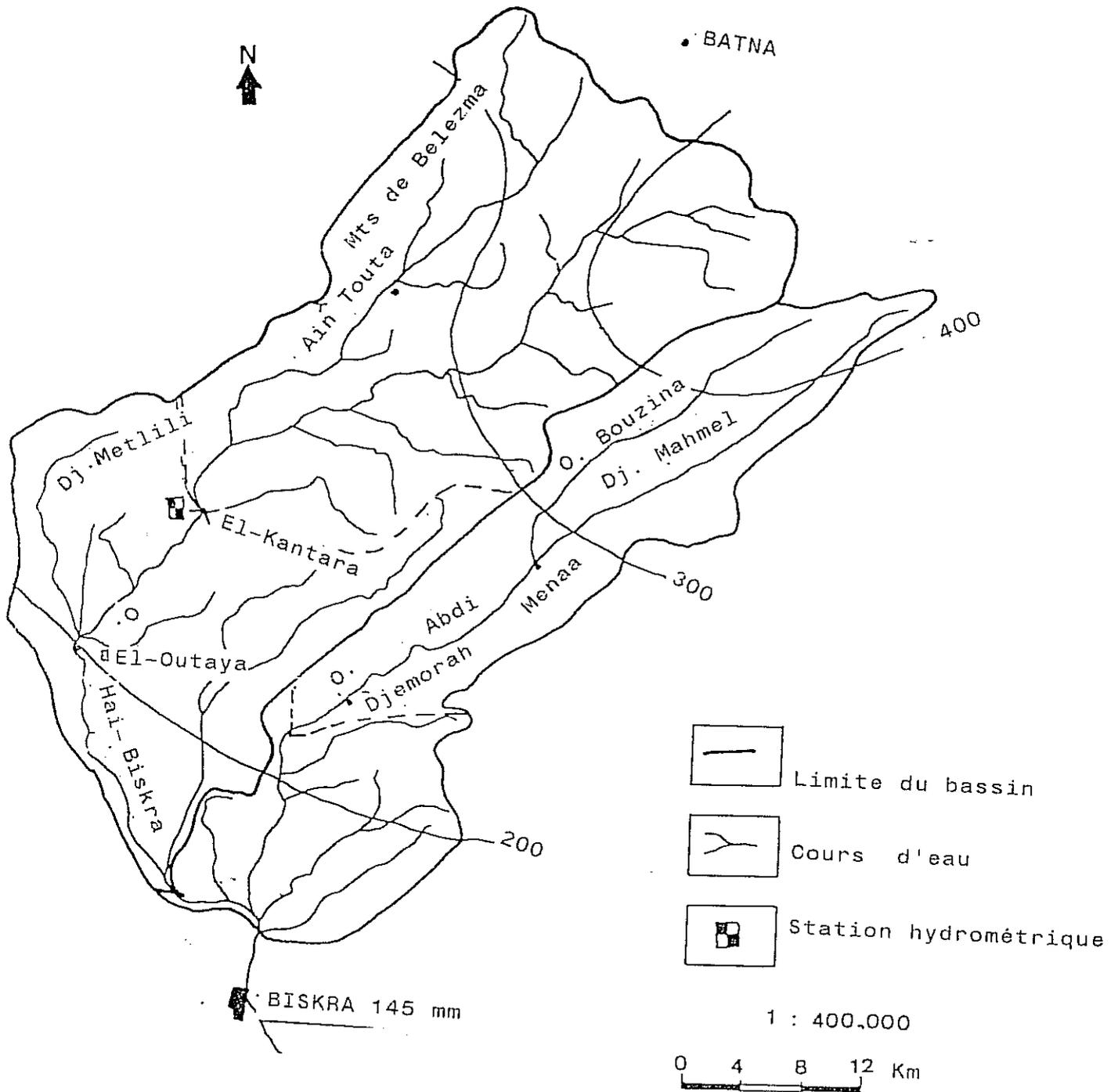
Les nappes phréatiques doivent être considérées, comme un réservoir tampon important pour les palmeraies des ZIBANS.

- les nappes semi-profondes: existent dans les couches éocène et crétacé, dans la zone de TOLGA et dans les couches pontiennes à l'Est d'OUMACHE. La nappe éocène dite "nappe de TOLGA" est exploitée par forage et puits artésiens.

Le groupe des oasis situées sur la rive gauche de l'oued DJEDI (Oumache, M'lili, Ourlal est lioua) est irrigué en partie par des sources importantes reliées à la nappe de TOLGA. La nappe est alimentée par la zone du Nord et Nord-Ouest, comme le montre le pendage de surface piézométrique, sans doute par l'écoulement des eaux du bassin de Hodna, à travers les zones fissurées des calcaires éocènes et crétacés. Cet écoulement est expliqué par l'accident sud atlasique, qui met en contact la masse énorme de calcaires crétacés au nord et les calcaires éocènes au sud, qui ne sont qu'à 150 mètres de profondeur dans le piémont.

- La nappe profonde: dite "Albienne" correspond à un complexe continental, ou "continental intercalaire", en grande partie gréseux et dont les limites stratigraphiques varient selon les régions. Le continental intercalaire a une épaisseur de 500 mètres environ. L'eau de cette nappe est très coûteuse en raison de sa profondeur et sa température, mais assez rentable pour l'irrigation des palmeraies.

Carte n° 11 Bassin versant Oueds El-Hai-Biskra et Abdi



TROISIEME PARTIE

**L'AMENAGEMENT AGRICOLE ET L'EAU DANS LES PALMERAIES
DES ZIBANS**

I N T R O D U C T I O N

Les palmeraies des ZIBANS avec une population dense de cultivateurs et de pasteurs, fournissent une importante production de dattes.

Les ZIBANS possèdent une vingtaine d'oasis qui sont essentiellement concentrées dans le ZAB GHERBI (ouest de Biskra). Ce chapelet de plantations massives, peu éloignées les unes des autres, offre un paysage végétale compact dans le désert. Ces oasis demeurent des cellules rurales, vivant surtout de la production des dattes qui contribue à la nourriture des hommes et des animaux et procurent depuis longtemps des ventes fructueuses.

Favorisée par sa position géographique, au pied de l'ATLAS SAHARIEN, cette région, de circulation facile, est une zone de contact entre le Sud et le Nord, l'Est et l'Ouest. Les potentialités en eaux et leur utilisation par les techniques traditionnelles, puis par les procédés modernes, déterminent une diversité du paysage.

Cette richesse en eau favorise le développement économique, avec pour conséquences un accroissement démographique et une extension agricole.

Aujourd'hui, la phoeniciculture est sortie de son rôle traditionnel qui était basé sur le troc exercé par les caravanes, qui partaient vers la steppe, ou les pays du Tell, pour échanger les dattes contre le blé ou l'orge.

La colonisation, en même temps que l'ouverture sur l'extérieur, a élargi le commerce et entraîné la spéculation.

Les moyens de communication modernes, ont facilité les transports, éliminant peu à peu les nomades chameliers: la voie ferrée venue de Constantine a touché BISKRA dès 1888. Ainsi, s'explique le développement du BAS-SAHARA, et les ZIBANS en particulier, qui est devenue une région productrice et exportatrice de dattes de qualité (deglet-nour: doigt de lumière, à la chair assez moelleuse et translucide).

Cependant, toutes ces oasis, habitées par des populations agricoles vivant surtout de la récolte des dattes, se caractérisant par une faible production. En effet, le palmier qui pourrait produire de 80 à 100 Kg de fruits par an dans de bonnes conditions, ne parvient pas à ce rendement.

Dans cette troisième partie, on analysera la situation actuelle dans les palmeraies. Cette analyse aura l'avantage, de nous permettre de poser les jalons d'une réflexion sur les possibilités de transformation ou de modification de la région. Cela nous amènera à émettre un certain nombre d'hypothèses et d'introduire une discussion sur un les possibilités d'aménagements hydro-agricoles des palmeraies des ZIBANS.

CHAPITRE I

L'EAU DANS L'ESPACE OASIEN

Les oasis des ZIBANS occupent un espace restreint du Bas-Sahara. Mais cet espace est intensément irrigué par les eaux de surface et par les eaux souterraines.

Il en résulte une occupation agricole spécifique avec une population dense par rapport à l'ensemble de la wilaya.

Chaque oasis présente une particularité dans son utilisation de l'eau et dans son aménagement de l'espace.

Une grande diversité des ressources hydrauliques caractérise la répartition des palmeraies des ZIBANS.

Dans le Zab Chergui, l'irrigation des palmeraies conserve un caractère de précarité après la construction du barrage de Foum el Gherza car les apports annuels de l'oued Abiod sont faibles et très irréguliers.

A l'Ouest, dans le Zab Gherbi, les oueds connaissent la même irrégularité; les autres ressources, qu'elles proviennent des nappes phréatiques ou profondes, augmentent légèrement mais l'artésianisme de la principale nappe utilisée, celle de l'Eocène, tend à céder la place au pompage.

I - LA REPARTITION SPATIALE DES OASIS DES ZIBANS

Au pied de l'accident sud-atlasique, l'organisation spatiale des oasis des ZIBANS, est différente de part et d'autre de BISKRA, car elle dépend, fait exceptionnel dans le Bas-Sahara, de l'utilisation combinée des eaux de surface et des eaux souterraines.

Lorsqu'on observe la carte de BISKRA, on constate une opposition entre la partie est (le ZAB CHERGUI) et la partie ouest (le ZAB GHERBI), séparées l'une de l'autre par l'oued BISKRA.

Les palmeraies situées à l'est de BISKRA, comme SIDI OKBA, dans une région pauvre en sources, bénéficient des apports de l'oued El-Abiod qui sont emmagasinés dans le barrage de Foum-el-Gherza. Celui-ci n'a pas joué le rôle attendu : d'une part, il a été comblé au tiers par des sédiments issus de l'érosion de la montagne des Aurès, et d'autre part, son remplissage demeure inférieur aux prévisions. Ce déficit est surtout lié au fait que l'utilisation croissante des riverains, dans la partie amont du bassin, n'a pas été suffisamment pris en compte.

Les palmeraies les plus caractéristiques des ZIBANS sont situées à l'Ouest de BISKRA, où elles constituent deux lignes parallèles :

* celles qui soulignent le pied des monts du ZAB sont nées sur des sources artésiennes locales, issues des nappes contenues dans les calcaires;

* les autres, installées plus loin de la montagne, sont alimentées par des sources artésiennes éloignées, une séguia amenant l'eau sur plusieurs kilomètres.

Les données du tableau suivant permettent de montrer l'importance respective des palmeraies des ZIBANS:

Tableau 44 Les Palmeraies des ZIBANS

Palmeraies	Superficie irriguées (ha)*	Population en 1987	Débits L/s	Nombre de palmiers
Zab Gherbi	20.670	98.763	4072	1.002.173
Z.de Biskra	1.377	129.611	655	81.440
Zab Chergui	6.006	20.265	874	272.049
Total ...	28.053	248.639	5601	1.355.662

* superficie totale irriguée : palmeraies et cultures.

Source : Direction Hydraulique de la Wilaya de Biskra, 1986

Les palmeraies du Zab Gharbi sont les plus importantes, du fait d'une ressource en eau abondante (0,2 l/s/ha). Celles du Zab Chergui sont moins importantes avec une ressource en eau plus limitée (0,15 l/s/ha).

Par contre la zone de Biskra est très peuplée, car la disponibilité en eau est importante (0,47 l/s/ha).

A - LES PALMERAIES DU ZAB GHERBI

L'organisation spatiale des palmeraies du ZAB GHERBI est simple. Elle présente en deux lignes de palmeraies, alignées WSW-ENE, parallèles au rebord montagneux:

- une ligne de neuf palmeraies au Nord, de FOUGHALA à AIN BEN NAQUI, au pied même des petits massifs du ZAB,
- une ligne de sept palmeraies au Sud, à proximité de l'axe de l'oued Djedi, c'est-à-dire en plaine.

Entre ces deux lignes, une bande d'une dizaine de kilomètres de largeur est totalement dépourvue de palmeraies.

Les palmeraies à l'amont du piémont, étaient alimentées à l'origine par les sources artésiennes jalonnant une ligne de faille située au pied des massifs du ZAB. Emergeant du sol, l'eau permettait l'alimentation d'une palmeraie en place (ex: Ain Ben Naoui).

Les palmeraies plus à l'aval étaient alimentées, par une autre ligne de sources artésiennes, jalonnant une seconde ligne de faille, située à deux kilomètres, au Sud de la précédente. Ces sources émergent 15 à 20 mètres en contre-bas du glacis, dans les entailles des oueds (Ain Oumache et M'lili).

Cette situation des sources rendait les eaux inutilisables, sur les glacis, à une époque où l'on ne pouvait utiliser que l'écoulement par gravité. Aussi, les eaux étaient-elles conduites, par de longues séguias à pente faible vers les oasis aval, jusqu'à ce que le niveau d'eau soit supérieur au niveau des terres.

Les potentialités en eau sont très différentes d'une palmeraie à l'autre, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 45 Les Palmeraies du ZAB GHERBI (Ouest de Biskra)

Palmeraies	Nombres de forages	Débits l/s	Débits m ³ /an x10 ⁷	Superficies irriguées	m ³ /ha/an 10 ³
BISKRA	26	655	20,7	1377	15,0
TOLGA	77	732	23	4113	3,8
FOUGHALA	35	904	28,5	4006	1,9
EL-BORDJ	74	678	22	4200	5,0
BOUCHAGROUN	27	310	10	778	12,5
LICHANA	19	230	7	540	13,4
MEGLOUB	3	57	2	329	5,4
OUMACHE	20	541	17	1437	6,9
OURLAL	25	477	15	4017	3,
LIOUA	3	145	4,5	1250	3,6
TOTAL ...	309	4.729	149,7	22.047	6,7

sources: Direction Hydraulique de la Wilaya de
BISKRA, 1986

Le rendement moyen par forage est 15 l/s, mais il varie beaucoup : entre 9 l/s à El-Bordj et 48 l/s à Lioua. Mais l'ampleur des superficies irriguées n'est pas liée à l'importance des débits disponibles, il en résulte des possibilités d'irrigation différentes selon les palmeraies que nous pouvons classer en trois groupes :

- les plus abondantes, avec 12 à 15 millions m³/ha/an (Biskra), Bouchagroun et Lichana);

- les moyennes, avec 5 à 7 milliers m³/ha/an (El-Bordj, Megloub et Oumache);
- et les plus déficientes, avec 2 à 4 milliers m³/ha/an (Tolga, Foughala, Ourlal et Lioua).

Ainsi, il existe une possibilité d'extention pour les premières alors que les dernières souffrent d'une insuffisance d'alimentation en eau d'irrigation.

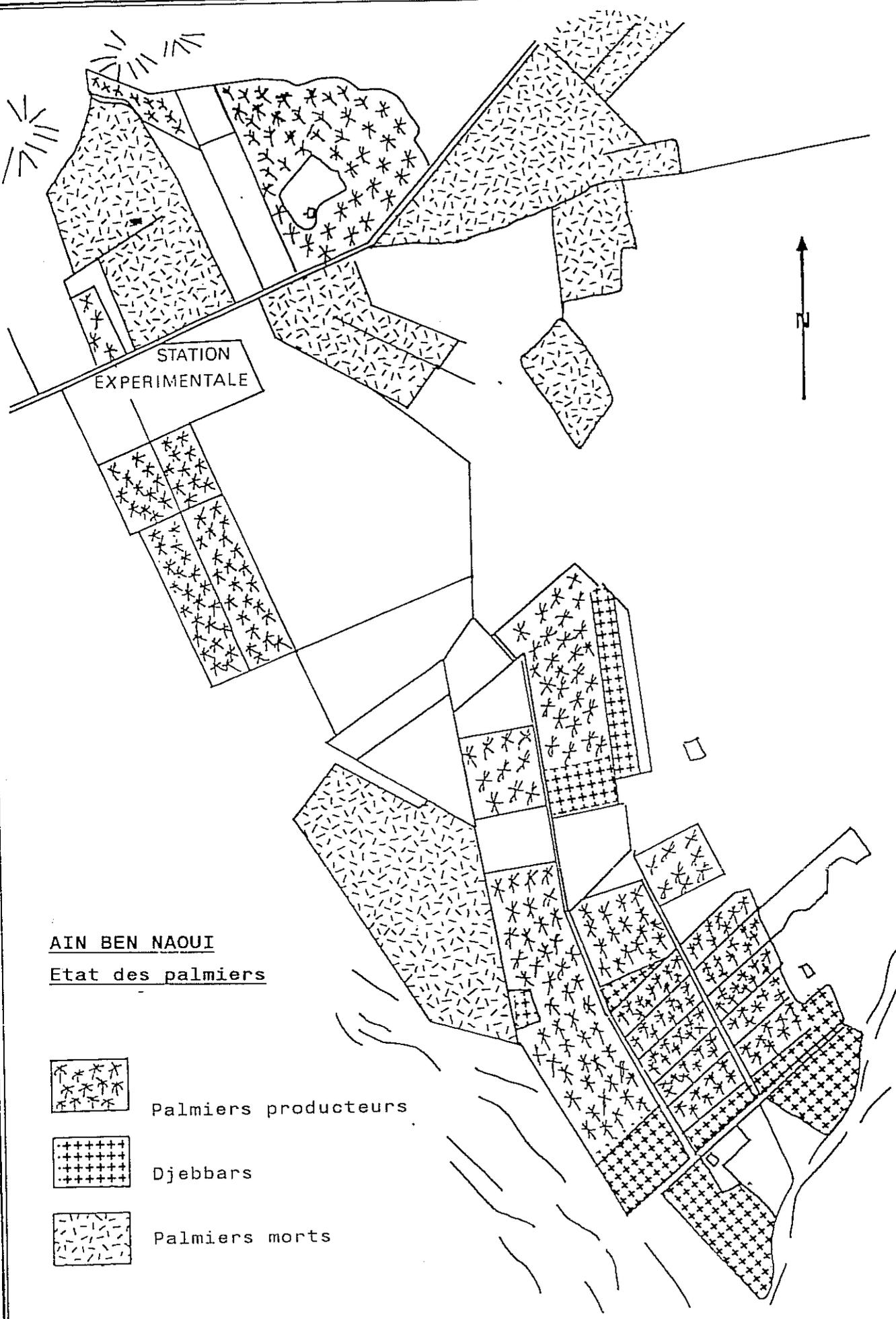
Pour illustrer dans le détail les aspects hydrauliques de ces palmeraies du Zab Gherbi, nous avons choisi deux exemples : Ain Ben Naoui en amont du piémont et Oumache à l'aval.

1- La palmeraie d'Ain Ben Naoui

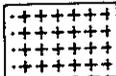
Située à 9 km à l'Ouest de BISKRA, c'est une palmeraie située à l'amont du piémont, alimentée à l'origine par des sources artésiennes.

Elle dispose de 109 ha de S.A.U et compte 11.000 palmiers dont 75 % de Deglet Nour. Les sols évoluent sur des dépôts alluviaux calcaires. L'ensemble de la palmeraie dissociée est relativement disparate (carte n° 12):

- au Nord, de part et d'autre de la route de Biskra-Tolga, la plupart des palmiers sont en mauvais état, souvent dépérissants;
- par contre, la partie Sud de la palmeraie contient des palmiers productifs, bien entretenus, implantés sur de grandes parcelles géométriques, avec une forte densité (9 m entre les palmiers).



AIN BEN NAQUI
Etat des palmiers

-  Palmiers producteurs
-  Djebbars
-  Palmiers morts

0 250m

Ain Khobzi

Ain Dehane

AIN BEN NAOUI

Réseau hydraulique

SOURCE |Tarie|

PUIIS

PUIIS EQUIPE

FORAGES

SEGUIA

DRAIN

0 250 m

Source : Institut de science de la Terre

Corte N 13

Le centre présente une forte proportion de Deglet Nour à rendement élevé. La palmeraie est irriguée par trois sources, remplacées par des forages artésiens (carte n°13) :

- * Ain Ben Naoui au Nord, toujours active avec un faible débit;
- * Ain Khobzi au Nord, aujourd'hui tarie et remplacée par un forage artésien;
- * Ain Dehare également tarie et remplacée par un forage.

Ces forages et sources sont complétés par des puits dans la nappe phréatique. L'oasis, dispose d'un réseau de distribution (séguia) et d'un réseau de drainage. Le drainage n'apparaît que dans la partie sud, là où la pente est faible et où la nappe phréatique est proche de la surface. Par contre, au Nord les drains fonctionnent rarement, car à la limite nord passe l'oued qui abaisse le niveau de la nappe phréatique.

2- La palmeraie d'Oumache

La palmeraie d'OUMACHE, fait partie d'une ligne de palmeraies à l'aval du piémont qui étaient alimentées par une ligne de sources artésiennes. L'oasis d'Oumache est située à 20 km au Sud-ouest de Biskra. Elle compte 220 ha, avec 60.000 palmiers, dont 10 % de Deglet Nour.

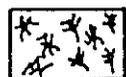
L'oasis est alimentée par une source artésienne, issue de la nappe des calcaires éocènes, qui se trouve à 12 km au Nord de la palmeraie, relayée par une séguia. La carte n°14 montre une opposition entre le centre et la périphérie de la palmeraie :

- * au centre la palmeraie traditionnelle, dense, relativement confuse, plus au moins abondante;
- * à la périphérie, une palmeraie en bon état et bien entretenue. Quelques cultures hors palmeraie, sont

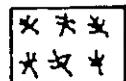
OUMACHE
OCCUPATION DU SOL



PALMERAIE DENSE
ABANDONNEE



PALMERAIE DENSE
EN BON ETAT



PALMERAIE
GEOMETRIQUE

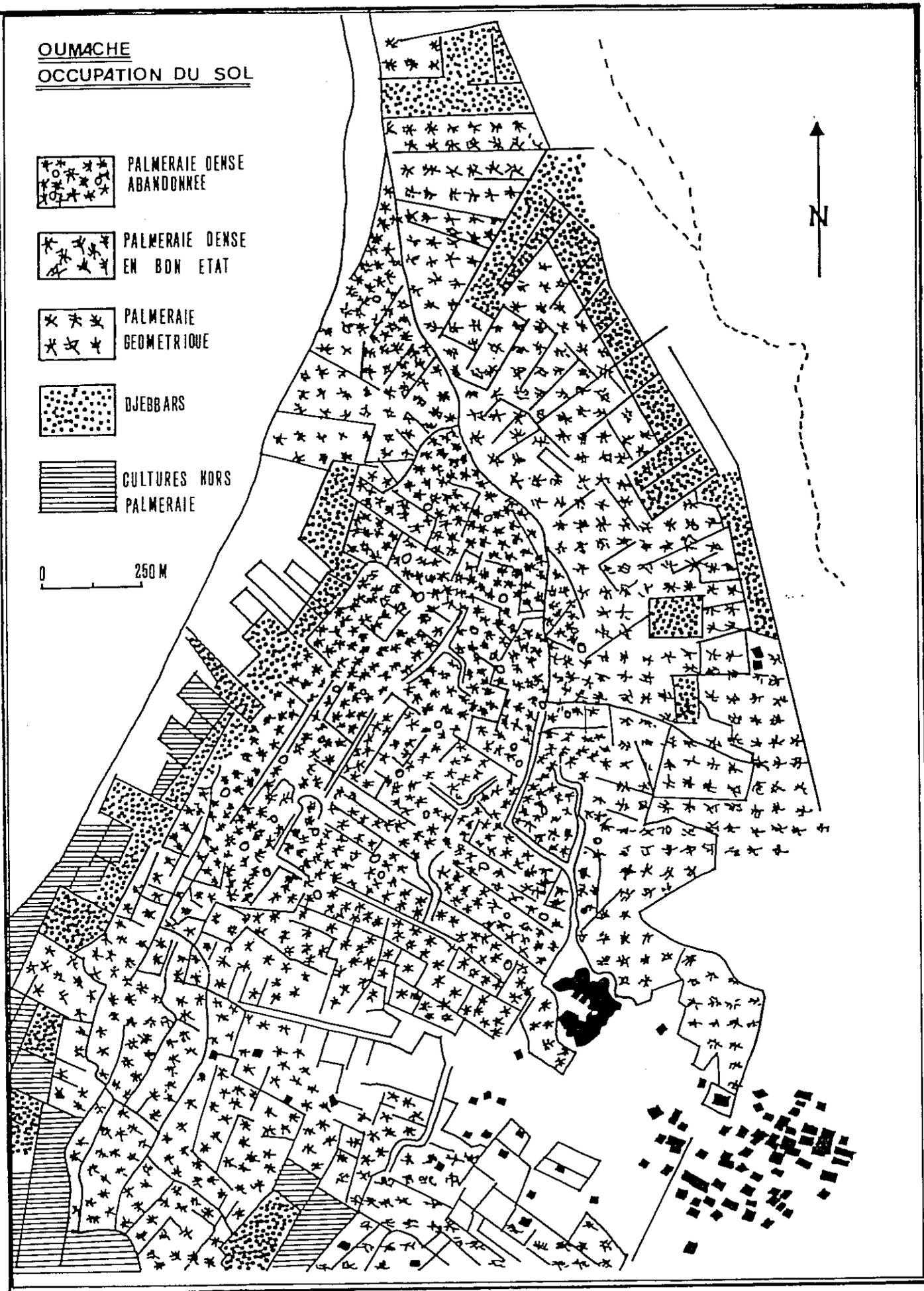
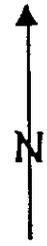


DJEBBARS



CULTURES MORS
PALMERAIE

0 250 M



représentées par des cultures maraichères et des céréales.

Le noyau de la palmeraie est constitué de palmiers moribonds sur des parcelles envahies par le Diss et le tamaris, avec un habitat inter-palmeraies abandonné. La cause du déclin est liée à la présence d'une nappe phréatique, fortement salée, due à l'accumulation des eaux usées des palmeraies situées à l'amont.

La palmeraie dispose de deux drains périphériques, créés récemment (carte n°15), mais ils ne parviennent pas à assainir le centre de la palmeraie.

Ces deux lignes de palmeraies connaissent aujourd'hui une évolution divergente :

- les palmeraies en amont, où la multiplication des forages (officiels ou clandestins), depuis le début du 20^{ème} siècle, a provoqué le tarissement définitif des sources, mais a permis une extension notable des palmeraies. Mais c'est un secteur en pleine expansion.

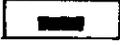
- ces pratiques ont en une double conséquence négative sur les palmeraies situées à l'aval :

* l'abaissement du niveau piézométrique a entraîné une forte réduction du débit des sources,

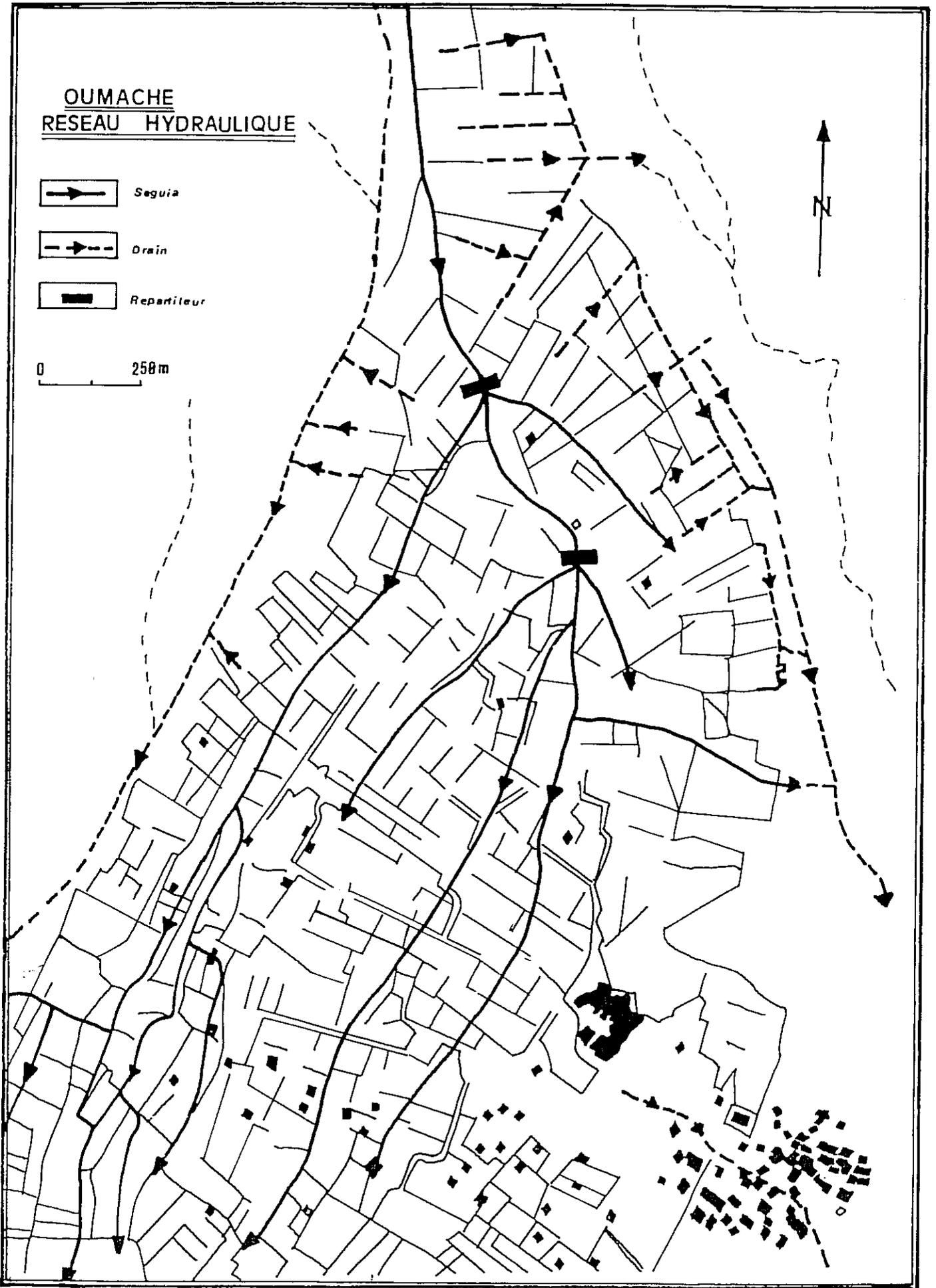
* la multiplication des palmeraies au Nord a provoqué l'accroissement du volume des eaux usées rejetées à l'aval, ce qui entraînée la remontée de la nappe phréatique dans les palmeraies du Sud. Ainsi, ces palmeraies se trouvent aujourd'hui cernées par des terrains humides et salés.

Les conséquences de cette évolution peuvent se traduire en

OUMACHE
RESEAU HYDRAULIQUE

-  *Seguia*
-  *Drain*
-  *Repartiteur*

0 250m



quelques chiffres. Le rendement par arbre dans les palmeraies amont est de 30 à 80 kg, mais dans les palmeraies aval, il est de 10 à 30 Kg. La proportion de Deglet-Nour est de 30 à 50 % dans les palmeraies amont, par contre dans les palmeraies aval, elle est de 10 à 20 %.

B- LES PALMERAIES DU ZAB CHERGUI

Dans le Zab Chergui, les palmeraies sont surtout représentées dans l'aire d'irrigation du barrage de Foum el-Gherza. A une vingtaine de kilomètres à l'Est de BISKRA, le périmètre d'irrigation de SIDI OKBA constitue un important centre de cultures: céréalières, maraichères et de phoeniciculture. Il est alimenté en eau par le barrage de Foum el-Gherza d'une capacité de 13 millions de mètres cubes qui alimente également les palmeraies, de Tehouda, Seriana et Garta. La zone de SIDI OKBA se trouve proche du versant méridional de l'Aurès, et l'irrigation traditionnelle ancienne s'est appuyée sur l'épandage de crue des oueds, notamment de l'oued el-Abiod qui alimente maintenant le barrage de Foum el Gherza.

1- Les systèmes d'irrigation

Le système d'irrigation est adapté aux techniques de plantation des palmiers. Dans les quatre palmeraies, constituant le périmètre en question, on remarque différents types de plantations (ancienne, récente ou nouvelle) :

- L'irrigation en cuvette des anciennes plantation

Les anciennes plantations, sont irriguées par le système

traditionnel en "cuvette" alimentée par l'épandage des crues des oueds. Ce système est capable d'emmagasiner une quantité d'eau suffisante pour faire face aux périodes de sécheresse, déterminées par le régime irrégulier des apports hydrauliques du bassin versant. La cuvette est creusée en forme de couronne autour du palmier. Au centre de la cuvette, se trouve la plus grande partie des racines, mais dans les horizons profonds du sol se localisent les racines d'ancrage.

Cette technique particulière permet d'utiliser les eaux des nappes superficielles et celles des apports de l'irrigation. Ce système existe encore aujourd'hui, mais empêche toute forme de travail mécanique, à cause de la morphologie superficielle particulière. L'utilisation des machines agricoles, qui est à la base d'une culture moderne du palmier, est impossible.

- L'irrigation des plantations récentes

Les plantations récentes bénéficient d'apports plus réguliers, avec la création du réservoir de Foum el-Gherza qui régularise les écoulements de tout le bassin versant.

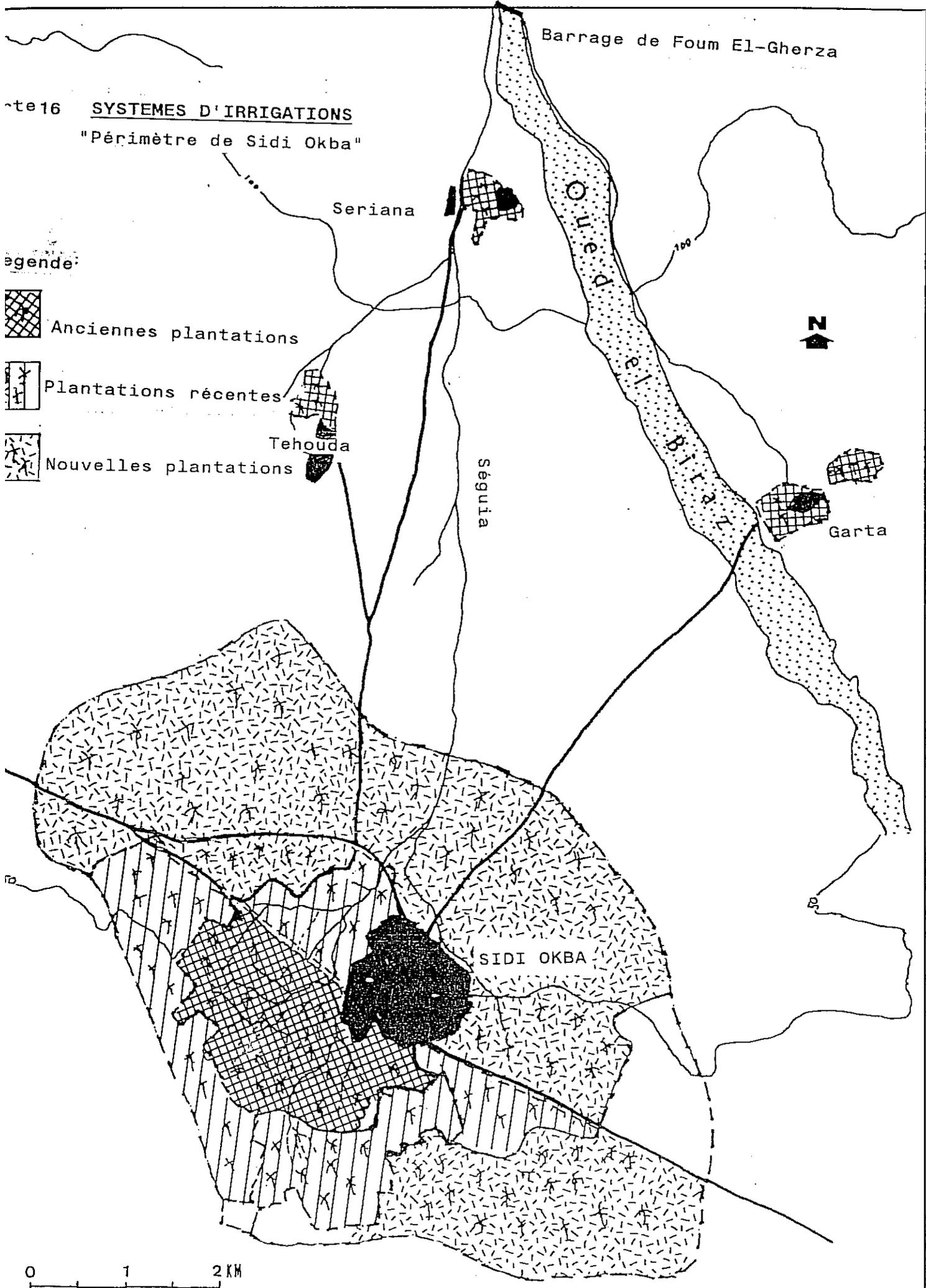
Les cultivateurs modifient le vieux système en faisant disparaître les cuvettes, ou bien en les rendant moins profondes. Le système est remplacé par le creusement de fosses de 1 m³ environ, dans lesquelles on dépose les jeunes plantes. Par la suite on remplit peu à peu les fosses, au fur et à mesure de développement des plantes, stimulant ainsi l'émission des racines superficielles auxiliaires.

En général la profondeur de la cuvette ou de la fosse dépend de l'épaisseur de la couche sableuse, qui est de 1 à 1,5 mètre dans cette zone.

Barrage de Foug El-Gherza

Feuille 16 SYSTEMES D'IRRIGATIONS
"Périmètre de Sidi Okba"

- Legende:
-  Anciennes plantations
 -  Plantations récentes
 -  Nouvelles plantations



0 1 2 KM

1/50.000

- L'irrigation en planche des nouvelles plantations

L'irrigation en planche caractérise l'expression moderne de la technique actuelle. L'irrigation est réalisée par les écoulements provenant régulièrement du barrage, qui excluent toute forme archaïque de plantation.

La réalisation pratiquée dans les nouvelles plantations commence par un nivellement et un défrichage. Cette opération est suivie d'aménagement superficiel, complété par des labours, à niveler les parcelles, qui sont orientées de façon spécifique avec une pente d'environ 1 à 2 %.

Progressivement ce système se développe, alors que les systèmes anciens sont peu à peu abandonnés.

2- L'occupation du sol

L'économie agricole du périmètre est basée sur les palmiers mais aussi sur les cultures céréalières et maraichères.

- Les Palmiers

Le tableau ci-dessous montre une prédominance de la variété commune (2^{ème} catégorie), essentiellement réservée au marché local et à l'auto-consommation.

Tableau 46 Nombres des palmiers dans le périmètre de SIDI OKBA

Les dattes		Total	Hectare	Densité
Variété commune	Deglet Nour			
233.304	45.745	257.049	1.454	192

Les caractères dominants de toutes ces palmeraies sont les énormes proportions des arbres âgés, le mauvais entretien des plantations et le gaspillage d'eau : de très nombreux palmiers sont âgés de 150 à 180 ans et les palmiers sont plantés, le plus souvent en forte densité, ce qui réduit considérablement la productivité.

- Les cultures céréalières

Le périmètre réserve environ 2000 ha à la céréaliculture mais la surface réellement emblavée est très variable d'une année à l'autre, en fonction des réserves en eau dans le barrage et selon la pluviométrie. Les céréales irriguées couvrent de faibles superficies et souffrent du système d'irrigation actuel. Les planches sont, en effet, presque toujours insuffisamment nivelées, ce qui entraîne une humectation irrégulière du sol et une forte hétérogénéité dans la croissance des plantes.

En ce qui concerne la variété, c'est le blé dur, l'orge et le blé tendre, qui s'adaptent aux caractéristiques pédo-climatiques de la région. La production des céréales est modeste, oscillent entre 3,5 Qx/ha, pour le blé dur, 6 Qx/ha, pour l'orge et 5 Qx/ha pour le blé tendre.

- Les cultures maraichères

Les cultures maraichères occupent une place très importante. Autrefois, ces cultures ne occupaient que 170 ha dans le périmètre, répartis comme suit :

SIDI OKBA	110 ha;
SERIANA	32 ha;
TEHOUDA	18 ha;
GARTA	10 ha;

Elles présentent aujourd'hui une grande extension : plus de 7000 ha dans l'ensemble du ZAB CHERGUI. Cette extension est liée à la loi d'accession à la propriété foncière. De nombreux jardins pratiquent le maraichage intensif d'hiver et de printemps, à l'abri des palmiers. Ces cultures portent essentiellement, sur les Fèves et les Navets en hiver, les Piments et les Tomates au printemps.

Le tableau suivant montre le calendrier de ces cultures :

Tableau 47 Calendrier des cultures maraichères

Cultures	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
Hiver	=	=	=							=	=	=
Eté	=	=	=	=	=	=						

Du fait d'un déficit important de l'eau (peu d'écoulement et forte évapotranspiration), les cultures maraichères ne peuvent pas être développées durant la période estivale.

* Ainsi la répartition spatiale des oasis des ZIBANS est nettement différente de part et d'autre de Biskra. A l'Ouest, le Zab Gherbi présente les palmeraies les plus étendues, car cette région possède d'importantes ressources en eaux souterraines. Par contre, à l'Est, le Zab Chargui a des ressources en eaux souterraines limitées, et l'extension des palmeraies dépend essentiellement des eaux de l'Oued el-Abiod qui sont stockées en amont du barrage de Foum el-Gherza.

II - L'EAU DANS LES PALMERAIES

Les ZIBANS, situés dans une zone nettement aride, souffrent d'un déficit annuel en eau considérable. On comprend que la recherche de techniques de récupération des eaux de ruissellement ou l'utilisation des ressources hydrauliques souterraines, ait été permanente pour des hommes, qui, à travers les diverses époques de l'histoire, ont tenté de répondre avec leurs moyens spécifiques aux contraintes physiques.

Ainsi, la diversité des techniques, de collecte et de maîtrise de l'eau, explique en partie la grande variété des paysages locaux. Dans certains cas, le poids du passé est si lourd que tout nouvel aménagement, ou projet de réaménagement en matière d'eau, risque de rencontrer souvent un faisceau de problèmes très ardues à résoudre.

Les diverses techniques de mobilisation des ressources en eau et de l'aménagement hydraulique de l'espace sont différentes dans le Zab Chergui et dans le Zab Gherbi.

A- LES RESSOURCES EN EAU UTILISEES

Une grande diversité des ressources hydrauliques caractérise les Oasis des ZIBANS, selon les zones : les oueds, les nappes phréatiques et les nappes profondes fournissent les eaux pour l'irrigation.

1- Les eaux de surface

Les palmeraies du ZAB CHERGUI (Est de Biskra), sont traditionnellement irriguées par les oueds issus du versant sud des AURES. Le régime de ces cours d'eau très irrégulier, est

caractérisé par de maigres étiages et des crues relativement fréquentes.

L'Oued el-Abiod est à l'origine de certaines oasis, du Zab Chergui, Sidi Okba, Tehouda, Seriana et Garta, qui forment la concentration de palmeraies irriguées la plus importante du Zab Chergui. Les oasis ont été d'abord irriguées par l'eau de l'oued el-Abiod qui était captée par un barrage de dérivation et acheminée par une canalisation vers plusieurs palmeraies qui se situent dans la plaine à l'aval du piémont.

Au XIX^e siècle, l'irrigation connaît des difficultés à cause de l'augmentation des prises d'eau en amont, en particulier dans la région de M'Chounneche, ce qui place les oasis à l'aval dans une situation difficile.

En 1950, une loi affecte les eaux au domaine de l'Etat, mais les prélèvements ne sont pas interrompus. Un règlement de 1918 obligeait déjà les riverains des AURES à ouvrir leur barrage 10 jours par mois, de Novembre à Mars.

En 1951, le barrage traditionnel de dérivation Foum-el-Gherza a été remplacé par un barrage de retenue, dont le réservoir est de 47 millions de mètres cubes.

Malheureusement, l'irrigation n'en fut que faiblement améliorée, car le réservoir ne se remplit jamais du fait, des fuites importantes qui se produisent dans les calcaires fissurés des versants du réservoir. La moyenne des apports annuels est évalué à 20 millions de mètres cubes. En 1967, le réservoir a reçu un volume d'eau de 42 millions de mètres cubes (1).

(1) Ils'agit de l'année hydrologie du 1er Sept 1966 au 1er Sept 1967 (C.NESSON,1978) Mémoires et Documents de 1978.

Ce volume représente un débit continu de 930 l/s, dont la moitié a été utilisé pour l'irrigation des palmeraies.

Un autre cours d'eau, en provenance des AURES, alimente l'importante oasis de BISKRA, c'est l'oued Biskra, émissaire des puissants oueds el-Hai et Abdi. L'Oued Biskra alimentait autrefois l'oasis, grâce aux crues relativement fréquentes en hiver et aux sources qui sourdent à l'amont, dans le lit même de l'oued.

Un système d'irrigation unique consistait alors à dériver les eaux vers la palmeraie ou vers les cultures. Les eaux des différents canaux se trouvent en général distribuées selon des mesures analogues. Les plus importantes sont la Loukza et la Seboua. La Loukza signifie "poing fermé", c'est-à-dire que l'eau est dérivée par l'intermédiaire d'un regard qui à la largeur du poing fermé. Pour la Seboua, le regard à la largeur d'un doigt, et l'eau dérivée correspond au quart de la Loukza.

Devenues insuffisantes, les sources du lit de l'oued ont été augmentées par la construction, en 1940, d'une station de pompage qui prélève l'eau de l'inféro-flux alluvial, et permet à l'oasis de BISKRA de recevoir un débit d'environ 250 l/s, utilisé pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable. Encore trop faible par rapport aux besoins, un puits a été réalisé dans les sables. Celui-ci fournit environ 60 l/s à la palmeraie de FILIACHE, située face à BISKRA, sur la rive gauche de l'oued Biskra.

Plus à l'Ouest de BISKRA (Zab Gherbi), les oueds deviennent insignifiants et sont incapables de procurer un débit d'irrigation suffisant pour les palmeraies. On entre dans le domaine des sources et des puits artésiens alimentés par la nappe des calcaires de l'Eocène inférieur et la nappe des sables de base du Tertiaire continental.

2- Les eaux souterraines

La plupart des palmeraies du ZAB GHERBI étaient autrefois irriguées par des sources naturelles, jaillissant sur les versants des monts du ZAB. Ces sources fournissaient les plus gros débits de la région.

Les palmeraies à l'amont du piémont de Ain Ben Naoui à Foughala, ont été toutes alimentées autrefois par des sources (Bouchagroun 4 sources; Lichana 4 sources; Tolga 12 sources et el-Bourdj 14 sources). Aujourd'hui toutes ces sources sont tarées ou relayées par des forages.

Ces sources se trouvent au-dessous d'une croûte de gypse dont l'épaisseur varie de 1 à 2 mètres. Cette croûte de gypse est une originalité du piémont. Les Fellahs doivent percer cette croûte pour planter les palmiers au fond d'un trou dont la profondeur varie de 1,50 à 2 mètres.

Les palmeraies à l'aval du piémont (Oumache, M'lili, Ourlal et Saharia-Lioua) sont alimentées par des sources relayée par des forages (la source d'Oumache est toujours active). Les eaux de ces sources sont souvent à une température assez élevée (de 25°C à 30°C), et produisent un effet bénéfique sur l'agriculture, en particulier sur celle des palmiers dont les fruits mûrissent avant les autres.

La nappe phréatique était traditionnellement exploitée dans tout le ZAB GHERBI. Les palmiers étaient alimentés, soit directement grâce à des trous pratiqués à travers la croûte gypseuse (deb-deb), soit indirectement par des puits traditionnels. Ces procédés d'irrigation se perpétuent aujourd'hui, mais le pompage par moteur se développe rapidement (100 % de forage sont aujourd'hui équipés de pompes). Une

région de pompage plus intense se dégage nettement; elle correspond à la zone de forte occupation humaine et de grande extension culturale du ZAB GHERBI. Ainsi la palmeraie, de Tolga, comporte 77 forages équipés de pompes (tableau 45).

B- RESEAU DE DISTRIBUTION ET DE DRAINAGE

L'efficacité de l'irrigation ne dépend pas seulement du débit des forages, des puits et des sources, mais aussi de la disposition du réseau de distribution des eaux, qui assure essentiellement la répartition optimale de l'eau au pied des arbres et dans les cultures.

1- Le réseau de séguias

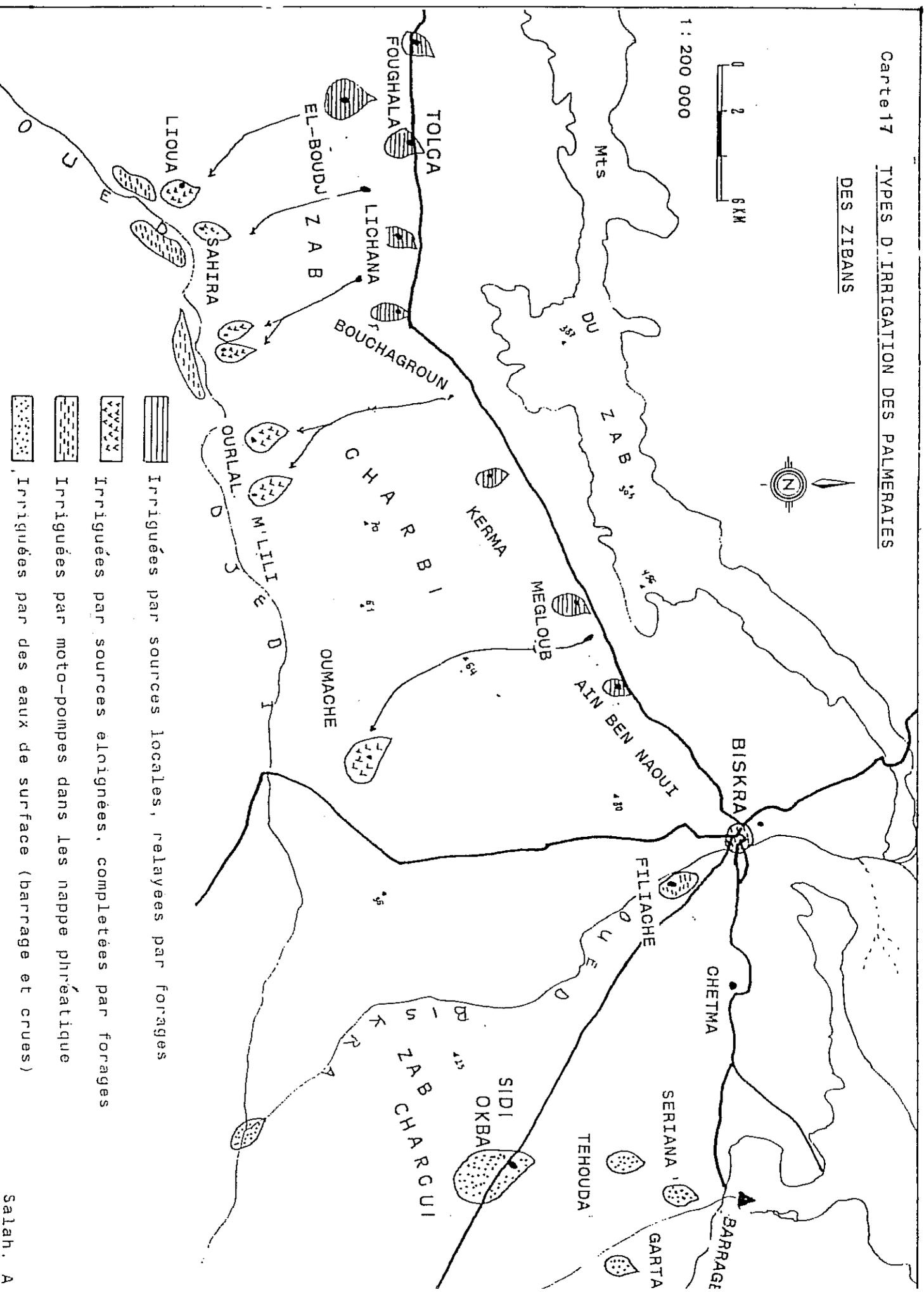
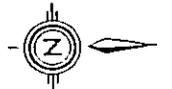
Le réseau de séguias, qui distribue l'eau des forages ou des puits, est disposé d'une façon simple et géométrique. Le schéma de distribution de l'eau commande la structure des parcelles.

Ce réseau dispose d'une séguia principale, qui se trouve en général en amont des palmeraies et qui est alimentée par un forage. A la sortie du forage, les eaux s'écoulent dans un petit bassin de dispersion de l'énergie, aménagé et cimenté, pour éviter les pressions, trop fortes sur les canalisations ou sur les cultures. Le bassin étant rempli, les eaux s'écoulent par un orifice muni d'une vanne, et alimentent les canalisations en argile qui traversent la palmeraie. Les bords des séguias principales comportent des passages à fermeture amovible, par laquelle l'eau s'écoule successivement dans chaque propriété. Des séguias secondaires permettent l'irrigation de chaque planche.

Carte 17 TYPES D'IRRIGATION DES PALMERAIRES
DES ZIBANS

DES ZIBANS

1 : 200 000



Il arrive que l'eau traverse toute la largeur d'une palmeraie à la suite d'une irrigation successive de plusieurs planches. Les surplus s'écoulent dans les planches voisines, et provoquent la remontée de la nappe phréatique.

La bonne irrigation dépend de l'entretien des planches cultivées. C'est pourquoi, les cultivateurs, avant chaque semis, réaménagent les bordures des planches qui doivent avoir une hauteur de 10 à 30 cm, pour éviter les fuites et les débordements. Ces planches, s'étalant entre les rangées de palmiers, sont utilisées pour les cultures maraichères ou arbres fruitières.

2- La répartition des eaux

La distribution des eaux d'irrigation dans les ZIBANS est généralement organisée sur la base de règlements écrits ou coutumiers. Elle est dans la plupart des cas surveillée par un personnel spécialisé. Lorsque l'eau est régulière et très abondante, il est fréquent que la discipline collective se relâche et que les règlements disparaissent.

L'eau des puits appartient à ceux qui ont contribué à la faire couler. Avant l'écoulement d'un forage, tous les propriétaires intéressés se réunissent et font état de leurs possibilités financières et de leurs besoins en eau.

Les parts d'eau sont alors calculées pour l'ensemble des propriétaires. Cette répartition est enregistrée et régie par un acte officiel. Le partage de l'eau s'effectue en fonction de la nouba, qui a une durée de 12 heures de jour ou de nuit.

Le tour ou nouba est variable dans chaque palmeraie, selon le nombre de propriétaires : 28 jours à M'LILI et 30 jours à OURLAL. Ces palmeraies sont irriguées par la source principale d'Ain M'lili, qui est aujourd'hui alimentée par forage, avec un partiteur qui partage l'eau en quatre séguias, une pour chaque palmeraie. Le parcours de ces séguias, entre le partiteur et l'entrée des palmeraies, est de 14 km.

Le système d'irrigation dans les palmeraies du ZAB GHERBI est basé sur deux cycles :

* Le cycle traditionnel qui permet d'adapter les parts d'eau et le tour de chaque propriétaire. Les parts couramment employées sont celles qui correspondent à des multiples de la nouba diurne. Ce mode de distribution complexe est d'une équité assez remarquable. Il est appliqué sur les eaux des sources et sur celles des puits artésiens.

* Le cycle simple est d'apparition récente et témoigne d'un effort d'adaptation. Il s'applique à des puits à faible débit dont les propriétaires, peu nombreux, ont réussi à s'entendre.

La répartition traditionnelle de l'eau est toujours la base fondamentale, lorsqu'il faut pomper dans un puits. Une répartition équivalente stricte a du être établie, puisqu'on ne pompe que quelques heures par jour, avec un maximum de 8 heures. Cette répartition est équitable quand le puits est équipé d'une seule pompe appartenant à l'ensemble des propriétaires. Le cycle fonctionne selon les besoins de chaque propriétaires, en moyenne de 10 à 15 jours.

C - LE DRAINAGE

Le drainage est une nécessité pour, au moins un tiers des terres irriguées. C'est un facteur capital dans tout projet d'irrigation, surtout dans notre région.

Selon un rapport de l'Agence Nationale d'Aménagement du Territoire (ANAT, 1986), on considère ce drainage comme une opération essentielle pour les palmeraies des ZIBANS qui souffrent depuis longtemps de la remontée de la nappe phréatique.

Le drainage est assuré par des émissaires naturels (petits oueds) et par des fossés, d'environ d'un mètre de profondeur, aménagés dans certaines palmeraies.

Aucune étude ne permet de connaître actuellement avec précision la situation de la nappe phréatique dans les palmeraies, son évolution piézométrique et son extension. La remontée de la nappe phréatique est sensible aussi bien dans les palmeraies du piémont, comme Tolga et Foughala, que dans les palmeraies de la plaine, comme Oumache, Sahira et Ourlal.

Cette remontée continue de la nappe a causé, au cours des dernières années, la baisse du rendement des palmeraies et le dépérissement de nombreux arbres. Elle est surtout liée à la dégradation de l'état général des palmeraies, notamment :

- au mauvais état des émissaires naturels, dans les palmeraies du piémont;
- aux fossés de captage, mal entretenus, qui n'assurent plus l'évacuation des eaux dans les anciennes palmeraies;
- à l'augmentation des apports d'eau, provenant des puits artésiens mal contrôlés durant la saison hivernale;

- aux systèmes d'irrigation traditionnels (séguia en terre) qui présentent des pertes considérables d'eau (plus de 30 %, selon un rapport de la SCET-COOP, 1971);

- au mauvais usage du système d'irrigation en cuvette par certains agriculteurs qui irriguent leurs palmeraies avec des quantités d'eau sur-abondantes, dont une partie importante vient charger la nappe phréatique.

Dans la plupart des cas, la nappe phréatique qui remonte sous l'effet de l'irrigation, provoque une accumulation de sels à la fois dans la nappe et dans les sols. Cette remontée de la nappe, a également pour conséquence une extension de la zone de submersion dans les palmeraies de la plaine qui se traduit par un développement des sols hydromorphes et un dépérissement des palmeraies.

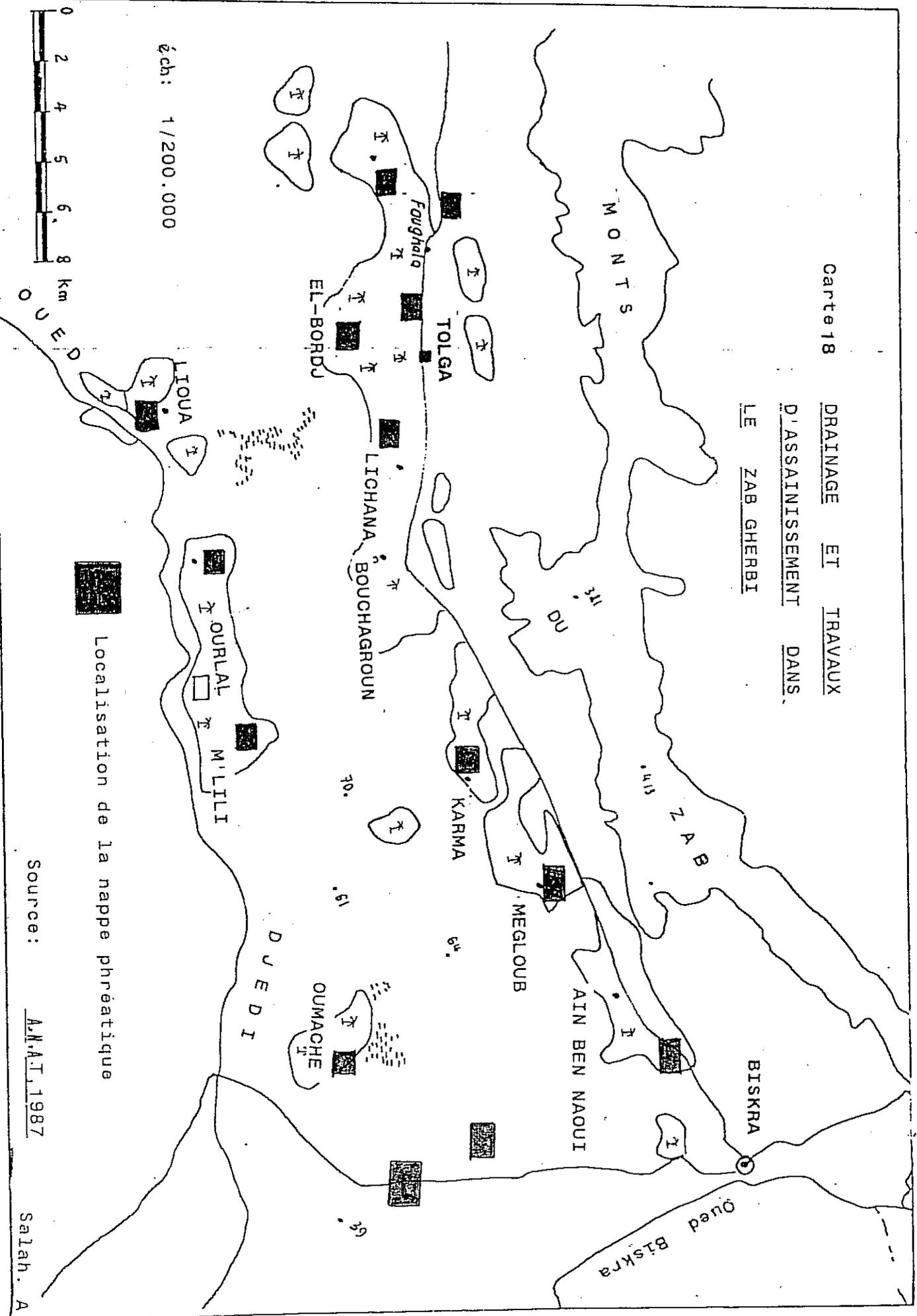
Pour faire face à cette situation, le bureau d'études de l'ANAT, a envisagé un programme d'expérimental d'assainissement dans quelques palmeraies (voir tableau ci-après).

Tableau 48 Programme d'assainissement des palmeraies en 1986

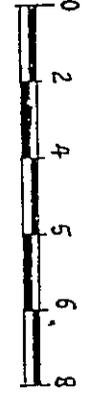
Palmeraies	Longueur des drains	Durée de réalisation	Observation
Oumache	1.660 m	6 mois	Palmeraies
Ourlal	1.680 m	6 =	de la
Lioua	2.640 m	7 =	plaine
Tolga	3.350 m	10 mois	Palmeraies
Foughala	1.650 m	6 =	du
El-Bordj	2.640 m	7 =	piémont

source : (ANAT, 1986)

Carte 18 DRAINAGE ET TRAVAUX
 D'ASSAINISSEMENT DANS
 LE ZAB GHERBI



éch: 1/200.000



Localisation de la nappe phréatique

Source: A.M.A.T., 1987

Salah. A

C'est donc près de 14 km de drains qui ont été réalisées et qui sont encore nettement insuffisants, car le phénomène, décrit ci-dessus, est d'une importance non négligeable du fait qu'il se développe rapidement et provoque un danger, à court ou à moyen terme, pour l'économie de la phoeniciculture dans une région où la production des dattes constitue l'essentiel du revenu économique.

* Ainsi dans l'espace oasien, l'eau est l'élément déterminant de la structuration du paysage. Anciennement, les oasis se sont adaptées aux ressources en eaux qui s'écoulaient naturellement (émergences de nappes, dérivations de l'écoulement des oueds). Mais les techniques d'exploitation se développant (pompage, barrage de rétention), des ressources en eaux plus importantes ont été utilisées. Il en résulte une rapide extension des palmeraies avec un changement des systèmes d'irrigation. Les nouveaux systèmes remplacent peu à peu les anciens, mais ils ne sont pas toujours contrôlés et leurs effets ne sont pas toujours bénéfiques à long terme, comme le montrent les problèmes liés à la remontée de la nappe phréatique.

CHAPITRE II

L'ECONOMIE AGRICOLE

Le paysage oasien dépend avant tout de l'aménagement des ressources hydrauliques, qui conditionnent l'extension des terres cultivées de la surface agricole utilisée (S.A.U).

Dans un milieu aride comme la notre région, la SAU est généralement très faible comme le montre les chiffres du tableau suivant.

Tableau 49 Répartition générale des terres dans l'ensemble de la Wilaya de Biskra (par Daira en 1986)

Daira	S.Totale	S.A.U	Parcours	Forêts	SAU %
BISKRA	10	5	5	-	50
TOLGA	303	15	288	-	5
SIDI OKBA	619	121	474	24	20
EL-OUTAYA	128	24	97	6	19,
OULED-DJELLAL	1.177	19	1.157	-	1,6
TOTAL . . .	2.237	185	2.021	30	8,3

(Chiffres en milliers d'hectares) Source: (ANAT, 1986)

Avec une SAU de 8,3 %, soit 185.000 hectares, dont 50.436 hectares seulement sont cultivés en 1986 (tableau 55), le reste 134.564 hectares ne sont pas cultivés par manque d'eau d'irrigation. La wilaya de Biskra souffre d'un manque de terres cultivées pour une population qui ne cesse de s'accroître. L'essentiel du territoire (90 %) constitue des terrains de parcours pour les animaux.

Basée théoriquement sur une utilisation maximum des terres irriguées, l'espace oasien ne se limite pas à celles-ci. Il

était traditionnellement entouré d'un espace cultivé plus ou moins vaste que l'on peut diviser en deux zones :

- dans un rayon assez court, des terres sont utilisées pour les cultures maraichères (hors des palmeraies);
- dans un rayon beaucoup plus vaste, des surfaces variables selon les zones et les années sont utilisées pour des cultures céréalières.

Les cultures traditionnelles se sont-elles aujourd'hui maintenues, et l'espace oasien connaît-il toujours ces zones complémentaires de production ? ou bien y-a-t-il une tendance à une réduction au seul espace irrigué ?

C'est à cette question, que nous allons tenter de répondre en abordant d'une part, l'utilisation agricole en zone irriguée et d'autre part, les cultures pratiquées et leur production.

I LES CULTURES IRRIGUEES

Les cultures de la région de BISKRA sont en général celles que l'on retrouve dans les autres oasis du BAS-SAHARA. Compte tenu de l'importance de l'agriculture en tant que secteur économique essentiel pour la région, l'analyse sera faite pour l'ensemble de la wilaya de Biskra.

Le système de culture est basé sur une répartition des cultures par strate :

- la strate supérieure étant consacrée aux palmiers;
- la strate médiane aux arbres fruitiers;
- la strate inférieure pour l'ensemble des cultures au sol (maraichage).

A - LES CULTURES DE PALMIERS-DATTIERS

La culture du palmier est fondamentale dans les ZIBANS. Elle est particulièrement adaptée au climat, comme dans tout le Bas-Sahara (la production de dattes exige des températures élevées et constantes en été, de jour comme de nuit : 30° à 32°).

Elle correspond à des oasis de palmeraies utilisant les eaux de source, de nappes souterraine. Ces ilots de cultures sont irrigués durant toute l'année. Les palmeraies ont sans doute joué, un rôle dans le maintien des groupes humains, au sein de cette zone aride.

1- La répartition et la production

Le palmier-dattier occupe actuellement une superficie de 18.000 ha, soit 10 % de la S.A.U de l'ensemble de la wilaya. Le nombre total de palmiers est de 1.808.000, avec 1.400.000 palmiers productifs, (78 %) dont 572.000 pour la variété Deglet Nour (41%). Les principales variétés de dattiers cultivés dans la région sont les suivantes :

* Deglet Nour: une variété qui gagne du terrain, notamment dans le ZAB GHERBI (Tolga) et qui est la seule exportable sur le marché européen;

* Ghars: c'est une datte molle, qui se conserve parfaitement bien, et qui a constitué pendant longtemps la nourriture des populations;

* M'ech-Degla: c' est une datte sèche, considérée comme nourriture importante des habitants du Bas-Sahara.

Le tableau suivant donne la répartition des palmiers pour chaque daïra de la wilaya de Biskra.

Tableau 50 Répartition de la superficie et du nombre de palmiers par variété dans la Wilaya de BISKRA (campagne 1984/85)

Daïra	Superficie (ha)	Nombre*T.de Palmiers		Nombre de Palmier Prod			
		Deglet Nour	Variété commun	Total	Deglet Nour	Variété commune	Total
Biskra CL	899	13	69	82	9	46	55
Sidi-Okba	4776	175	306	481	156	251	407
Tolga	10035	490	512	1002	349	384	733
El-outaya	529	13	41	54	11	31	42
O.Djellal	1890	52	137	189	47	120	267
Total..	18129	743	1065	1808	572	832	1404

*(Nombre de palmiers en milliers) Source: (ANAT,1986)

D'une manière générale, la densité totale des palmiers est de 100/ha et celle des palmiers productifs est de 77/ha.

Les daïras de Tolga et Sidi Okba contiennent plus de 80 % des palmeraies de l'ensemble de la Wilaya. La première est la plus caractéristique de l'évolution vers une production de qualité, car elle développe de plus en plus la variété Deglet Nour qui atteint près de 50 % des surfaces cultivées. Par contre, pour les autres daïras, les palmeraies sont encore dominées par les variétés communes qui représentent plus des 2/3 des surfaces cultivées.

Les quantités produites pour l'année 1986 sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 51 Production de dattes (1986)

Daira	Superficie (ha)	Deglet-Nour (milliers qx)	Variétés milliers(qx)	Total (m qx)	Rendement (qx/ha)
BISKRA et EL OUTAYA	1428	2,69	20,0	22,7	16
SIDI OKBA	4776	43,3	85,7	129	27
TOLGA	10035	180	121	301	30
O.DJELLAL	1890	20,7	42,2	62,9	33
TOTAL	18129	247	269	516	28

On retrouve ici l'originalité de Tolga qui a une abondante production de Deglet Nour (73 % de la production totale de cette variété). Les palmeraies des autres dairas sont encore dominées par les variétés communes. Globalement, le rendement est de l'ordre de 30 qx/ha, seules les palmeraies de Biskra et de El-Outaya ont des rendements faibles.

2- Le Travail du palmier-dattier

La culture du palmier nécessite environ 6 mois de travail par an, comme le montre le tableau suivant.

Tableau 52 Calendrier des cultures des palmiers-dattiers

	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
Plantation	==	==										==
Doukar			==	==	==							
Récolte									==	==		
Taqlim	==	==										==
Irrigation	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==

Le travail et l'exploitation restent pratiquement archaïques. Le soins des palmiers sont très compliqués et demandent beaucoup de compétence, et particulier pour les opérations suivantes :

* DOUKAR : fécondation est l'introduction des branchettes de fleurs mâles dans le régime femelle, elle est pratiquée chaque printemps;

* TAQLIM : l'émondage se fait chaque année après la récolte. Il s'agit de couper les palmes, mortes ou jeunes, qui absorbaient initialement la sève du palmier.

Le fellah doit également surveiller le palmier pour lutter contre certaines maladies : la Gale du palmier (Djereb) ou la Fusariose (Bayoud) (1). La station expérimentale d'Ain Ben Naoui donne des conseils aux paysans de la région pour éviter et pour lutter contre ces maladies.

(1) Le BAYOUD : champignon du genre "Fusarium" qui se manifeste par un dessèchement du palmier.

En plus des dattes, le paysan utilise les palmes pour fabriquer des haies et le tronc pour le coffrage des puits ou la construction des toits des maisons.

Les contraintes que rencontre la culture des palmiers aujourd'hui sont :

- * le vieillissement des palmiers, sans rajeunissement et remplacement systématique,
- * la main d'oeuvre qui se raréfie, notamment les grimpeurs,
- * l'absence de mécanisation, en raison de l'irrégularité des vieilles plantations et le manque d'entretien.

Malgré ces difficultés, la Wilaya de Biskra est une des régions les plus cultivées en palmiers-dattiers, en Algérie.

B - LES CULTURES SOUS-JACENTES

Les cultures sous-jacentes sont pratiquées partout dans la région, selon des aspects variables. Elles sont toujours irriguées. Il s'agit des cultures maraichères, industrielles, fourragères et céréalières. Ces cultures sont disposées dans les palmeraies de différentes façons :

- * soit ce sont de simples planches à l'intérieur des palmeraies, tandis que les arbres sont plantés entre les planches,

- * soit c'est une petite zone hors palmeraie qui se présente sous forme de parcelle de trois ou quatre planches, ensemencées de fèves, melons et pastèques, notamment dans la plaine du ZAB CHERGUI où les palmiers sont les plus clairsemés.

1- Les cultures maraichères

La superficie occupée par les cultures maraichères est de 15.000 ha au cours de la campagne 1984/85, soit 8 % de la S.A.U, avec une production de 1,5 million de quintaux (cf. tableau suivant).

Tableau 53 Evolution des superficies et des productions des cultures maraichères

Daira	1981/82		1982/83		1983/84		1984/85	
	ha	qx	ha	qx	ha	qx	ha	qx
BISKRA+EL-OUTAY	752	44	1128	42	886	33	1266	107
SIDI OKBA	3367	164	3751	180	4596	178	7329	794
TOLGA	535	40	272	21	496	33	1736	186
OULED DJELLAL	1556	107	2907	182	1787	121	4771	472
TOTAL.....	6210	355	8058	425	7765	365	15102	1559

(qx: milliers de quintaux) Source: ANAT, 1986

En général les rendements restent faibles, autour de 50 qx/ha. Les productions ne satisfont pas les besoins réels de la population, à l'exception des fèves qui sont excédentaires chaque année. L'analyse des données du tableau montre, d'une année à l'autre, évolution variable des surfaces cultivées et des rendements.

Les trois premières années sont similaires, avec des rendements de l'ordre de 50 qx/ha. Cependant, Tolga et Ouled Djellal ont des rendements plus élevés (environ 70 qx/ha) car l'irrigation dépend essentiellement des ressources souterraines qui sont relativement constantes. Par contre, Biskra et Sidi Okba ont des rendements plus faibles (environ 40 qx/ha) du fait d'une alimentation par les eaux de surface qui sont souvent déficitaires.

L'année 1984/85, exceptionnellement humide, a permis de doubler les surfaces cultivées et les rendements ont atteint 100 qx/ha, pratiquement dans toutes les dairas.

Cette évolution des superficies cultivées et des rendements varie donc en fonction :

- * de la disponibilité en eau, notamment dans le barrage de Foum el-Gherza (périmètre de Sidi Okba).;
- * de la mise à la disposition des agriculteurs des facteurs de production (plantes, pesticides, engrais et semences);
- * et surtout des conditions pluviométriques durant la période agricole qui sont aléatoires.

Face à cette situation, un effort important devra être entrepris pour l'amélioration des techniques culturales et principalement sur le travail du sol. Il serait donc nécessaire de spécialiser la main d'oeuvre, car les cultures maraichères réclament une haute technicité et une maîtrise spécifique de l'irrigation.

2- Les cultures industrielles

Les cultures industrielles occupent une faible superficie. Elle sont pratiquées essentiellement dans la plaine de SIDI OKBA (Zab Chergui), dont les principales sont le tabac à priser, le henné, la corette (M'loukhia) et la menthe. Leur production atteint en 1984/85 15.860 qx sur une superficie de 997 ha, se répartissant ainsi : 600 ha de tabac; 232 ha de henné; 160 ha de corette; 5 ha de menthe.

Le Tabac est donc la principale culture industrielle dans la région.

Cette culture connaît une nette évolution depuis 1983, car les superficies occupées par le tabac passent de 476 ha à 600 ha.

Mais ces rendements et la qualité restent liées à certaines contraintes naturelles, telles que le Sirocco et le vent de sables qui provoquent la dessèchement des plantes. Ainsi, on voit, dans le tableau suivant, que l'année 1984-85 est exceptionnellement productive.

Tableau 54 Evolution des superficies et productions des cultures industrielles

DAIRA	1980 /81	1981 /82	1982 /83	1983 /84	1984 /85					
	ha	QX	ha	QX	ha	QX				
S-OKBA	476	7746	548	6580	420	4800	522	5209	997	15860

Source: Daira de Sidi Okba, 1986

D'une manière générale, les surfaces en cultures industrielles sont d'environ 500 ha, avec une production variant entre 5 et 7.000 quintaux. Mais lorsque l'année est très pluvieuse, comme c'est le cas en 1984-85, on peut étendre considérablement les surfaces cultivées et avoir des rendements plus importants (15-16 qx/ha au lieu de 10-12).

On peut signaler que d'autres cultures peuvent être pratiquées, telles que le Carvi, l'Anis et le Fénugrec, qui sont cultivées sous forme de petites parcelles expérimentales dans la plaine de SIDI OKBA.

Toutes ces cultures industrielles pourraient certainement être encore plus développées.

3 - Les cultures céréalières et fourragères

Les cultures céréalières et fourragères occupent, respectivement une superficie de 10.585 ha et 5000 ha, soit 5,69% pour les céréales et de 2,69 %, pour les fourragères de l'ensemble de la S.A.U.

Ces cultures sont menées à la faveur des crues des oueds, pratiquées dans la plaine de Sidi Okba et la plaine d'El-Outaya. Il s'agit du blé dur, orge et de la luzerne, leur production est faible et est destinée dans sa totalité, à l'auto-consommation.

II - LA PRODUCTION AGRICOLE ET LES PROBLEMES

ACTUELS

Autrefois, les oasis ont connu des périodes d'expansion liée à la route du commerce de l'or et des esclaves, en provenance du NIGER et MALI, et qui passait par OURGLA, OUED-RHIR et les ZIBANS. Le déclin de ce commerce lointain a entraîné un repli sur l'oasis et l'exploitation maximale de son produit agricole.

Si l'on exclut les domaines coloniaux, les palmeraies étaient avant tout destinées à l'auto-consommation, avec un hectare en moyenne et une certaine quantité de palmiers. Chaque jardin permettait la subsistance tout au long de l'année: dattes précoces et tardives, à consommer fraîches ou à conserver, céréales, légumes et fruits, assuraient la soudure entre les saisons. Seuls les surplus étaient destinés au marché local.

Les oasis étaient incapables de procéder à des investissements sans revenus monétaires, puisque le système

économique traditionnel reposait, avant tout, sur une force de travail bon marché et excluait toute importation de matériaux, d'engrais ou d'outils.

De toute évidence, une telle situation ne pouvait durer face aux contraintes du marché et à l'accroissement de la population. Dès 1982, une certaine libéralisation apparaît dans les systèmes d'organisation des agriculteurs qui avaient réinvesti dans la production de cultures maraichères, pour la vente sur les marchés locaux.

Ensuite, les anciennes coopératives ont été modifiées, et les coopérateurs ont maintenant toute liberté de travail et d'initiative dans leurs lots. Mais le grand changement a été apporté par la loi d'accession à la propriété foncière pour la mise en valeur des terres agricoles (A.P.F,1984), par laquelle les agriculteurs deviennent propriétaires au bout de 5 ans d'exploitation.

A - LA PRODUCTION GLOBALE ET LA COMMERCIALISATION

Il est difficile d'établir un état précis de la production actuelle de l'agriculture, car l'auto-consommation demeure la règle dans beaucoup de cas.

1- le bilan de la production

Les données statistiques officielles doivent être utilisées avec prudence, le tableau 55 résume la production globale. La superficie cultivée montre, que les dattes restent la principale ressource de l'agriculture dans la région, comme dans le reste du Sahara Algérien.

Tableau55 Répartition des superficies par groupe de spéculation et leurs productions dans la wilaya de BISKRA (1986)

Cultures	Superficie (ha)	% de S.A.U	Production totale (milliers de qx)	Product p/ha qx
Palmiers	18.129	9,75	507	28
Arboriculture	629	0,33	73	127
Maraichères	15.096	8,12	1.559	103
Industrielles	997	0,53	16	16
Céréalières	10.585	5,69	13	1,3
Fourragères	5.000	2,69	-	-
Total	50.436	27,13		

Source: (ANAT, 1986)

La production des dattes est estimée à 500.000 qx, dont la moitié en Deglet-Nour, une variété commercialisée à l'exportation. Le reste de cette production est absorbée par le marché intérieur, mais elle reste insuffisante pour le satisfaire, car la demande intérieure est très forte. Avec moins de 30 Kg par arbre en moyenne, le rendement est faible car la replantation n'est pas faite au rythme convenable, et plus de 30 % des palmiers ont dépassé l'âge maximal de production (60 ans). Les mauvaises conditions d'entretien sont également un facteur d'explication de cette faible production.

Les cultures maraichères sont en pleine extension du fait de la loi d'accession à la propriété foncière, pour la mise en valeur. Malgré une nette évolution de la superficie, le rendement reste faible du fait conditions climatiques néfastes, notamment le sirocco. Ce n'est qu'en année humide, comme en 1985, que le rendement est suffisant.

Les autres productions végétales demeurent marginales ou très localisées.

Les céréales ont presque complètement disparu. Il ne reste plus que quelques cultures de décrue dans le Zab Chergui ou dans la plaine de Saâda (sud de Biskra). Les céréales, dans le Zab Chergui, sont cultivées selon la disponibilité en eau du barrage. Le blé (tendre et dur) et l'orge d'hiver, dont il existe plusieurs variétés locales, sont bien adaptés au climat saharien.

Le tabac et le henné sont deux cultures industrielles traditionnelles pratiquées dans la région depuis longtemps, notamment dans la plaine de Sidi Okba. Ces cultures ont de faibles rendements. Leurs prix de vente sont fixés par une décision interministérielle (agricole, commerce et industrie), à chaque campagne.

L'ensemble de ces productions, bien que non négligeable, est tout à fait insuffisant pour satisfaire les besoins locaux. Leur commercialisation reste donc locale, sauf pour les dattes de qualité (Deglet Nour).

2- La commercialisation des dattes

Les palmeraies des ZIBANS, jouent un rôle très important dans la vie économique de la région, même au niveau national, par la production des dattes "Deglet Nour". Chaque palmeraie est considérée comme une zone rentable, pour cette production de dattes. La centralisation du commerce de dattes se fait au niveau du marché de BISKRA. Le marché reçoit aussi une partie de la production des autres Wilayas limitrophes (Oued Souf et Ourgla). Il existe deux modes de commercialisation des dattes :

* le premier est pratiqué par le secteur privé qui se présente sous deux formes : la vente sur pied (Khars) et la vente sur le marché.

* le second, c'est la vente au niveau des centres d'achat de l'Office National des Dattes (O.N.D).

Le marché de BISKRA reçoit, à lui seul, plus de dattes que les deux unités de l'OND implantées dans la ville de BISKRA. Ceci s'explique par le fait que :

* les agriculteurs des domaines agricoles estiment que les prix fixés par l'O.N.D sont incompatibles avec les charges d'exploitation trop onéreuses.

* le secteur privé, au contraire, ne rencontre aucune difficulté du fait, que le marché est libre et qu'il est sanctionné par la loi de l'offre et de la demande.

En ce qui concerne la production du secteur socialiste, seule la bonne qualité est achetée entièrement par l'O.N.D. Les écarts de tri et certaines variétés communes, n'intéressant pas l'O.N.D, sont vendus au marché libre.

A - LES PROBLEMES ACTUELS

Malgré un développement important des surfaces cultivées, de nombreux problèmes restent à résoudre. Ce sont notamment l'insuffisance des équipements, la main-d'oeuvre insuffisamment qualifiée, les inconvénients de l'hydraulique et la faiblesse des rendements.

1- L'équipement

Il constitue un paramètre déterminant dans le développement agricole. Il se caractérise actuellement par :

- * l'insuffisance et la défaillance des matériels agricoles;
- * le besoin de grands équipements hydrauliques et agricoles.

Les matériels sont distribués par l'Office National des Matériels Agricoles (ONAMA), implanté au niveau du Chef-Lieu de la Wilaya (BISKRA). Des efforts considérables sont déployés, depuis 1982, pour satisfaire les demandes des agriculteurs.

Les besoins sont toujours croissants, compte tenu du développement des cultures maraichères, notamment hors palmeraies, de l'introduction de la plasticulture et de la mise en valeur de nouvelles terres.

Le tableau ci-après indique les livraisons faites par l'ONAMA, durant la période de 1979 à 1985 :

Tableau56 Situation des livraisons de matériels hydro-agricoles de 1979 à 1985

Daira	Tracteurs	Mini-Tracteur	Moissonneuse Batteuses	Moto-pompes
BISKRA	32	-	-	358
S.OKBA	143	10	-	1.564
TOLGA	190	8	-	1.174
O.DJELLAL	67	8	-	961
EL-OUTAYA	18	-	3	36
T.WILAYA	450	26	3	4.093

L'examen de ce tableau montre l'importance du matériel hydro-agricole distribué dans la région, surtout pour Sidi Okba

et Tolga qui ont les plus grandes palmeraies :

- la daïra de Sidi Okba (Zab Chergui) occupe la première place, avec 1564 moto-pompes, soit 38 % du total. La plaine de Sidi Okba a connu une grande extension, surtout pour les cultures maraichères. Ce qui pousse les agriculteurs à utiliser les eaux souterraines (par pompage), en plus des apports de surface à partir du barrage de Foum-el-Gherbi.

- la deuxième place est occupée par la daïra de Tolga (Zab Gherbi), avec 1174 moto-pompes soit 28% du total. La plupart des moto-pompes sont utilisées pour l'irrigation des palmeraies qui sont les plus importantes, en superficie et en production, de la Wilaya.

Ainsi aujourd'hui, toutes les sources sont tarées et l'artésianisme a disparu, ce qui oblige les agriculteurs à avoir recours de plus en plus au pompage. Il en résulte un risque de surexploitation des eaux souterraines.

2- La main d'oeuvre agricole

La main d'oeuvre agricole constitue également un facteur déterminant du développement agricole. Elle influe directement sur les rendements et la qualité des produits. Les problèmes sont de différents ordres, les principaux d'entre eux concernent:

* le vieillissement de la main d'oeuvre, qui maîtrise bien les techniques agricoles, surtout la phoeniculture; cette main d'oeuvre n'est pas remplacée systématiquement.

* le caractère saisonnier de l'emploi agricole, qui fait fuir les jeunes vers les autres secteurs, (B.T.P et industries).

* la main d'oeuvre qui devient plus rare est donc plus chère, notamment les grimpeurs de palmiers-dattiers.

* la main d'oeuvre spécialisée pour les cultures maraichères est également insuffisante.

Pour résoudre ces problèmes, il est souhaitable de procéder à:

* une formation est nécessaire de la main d'oeuvre agricole, dans des centres spécialisés et dans les fermes expérimentales.

* une vulgarisation des techniques culturales, notamment pour les cultures maraichères et industrielles qui sont d'une importance non négligeable.

● Ainsi, la mutation progressive des systèmes traditionnels, basés essentiellement sur la consommation locale, vers des systèmes modernes plus productifs et ouverts aux échanges commerciaux, nécessite obligatoirement une meilleure formation des agriculteurs.

3- Les inconvénients de l'hydraulique

Malgré la richesse en eau des ZIBANS, beaucoup de palmeraies souffrent d'un déficit d'irrigation. Le volume disponible ne parvient pas totalement aux terres irriguées, à cause des pertes provoquées par l'évaporation et l'infiltration dans le séguias en terre: il arrive que 50 % du débit soient gaspillés. Le déficit en eau semble paradoxal vu la multiplication des forages depuis plus 25 ans.

Aussi s'est-il produit une chute des niveaux piézométriques, particulièrement sensible dans le ZAB GHERBI: la baisse de pression atteint un mètre dans la palmeraie de FOUGHALA. La

prudence consiste donc à pratiquer une politique d'économie en minimisant les gaspillages.

La situation dans les ZIBANS n'est pas meilleure qu'ailleurs (le Bas-Sahara). Le déficit d'irrigation se manifeste partout;

* la palmeraie de SIDI OKBA reçoit l'eau une fois par mois, parfois toutes les six ou sept semaines, bien qu'un arrosage hebdomadaire soit indispensable de mai à septembre, et tous les quinze jours le reste de l'année;

* les ZIBANS subissent en outre, les effets de la concurrence, qui s'aggrave entre les besoins agricoles et les besoins des villes;

* le vieillissement du sol, consolidé par la formation de croûtes gypseuses y contribue également. Certaines méthodes de lutte essaient de résoudre ces difficultés: le désencroûtement qui permet au palmier de vivre plus longtemps, ou l'enfoncement des arbres qui les rapproche du niveau aquifère.

4- La faiblesse des rendements

Toutes ces oasis, habitées par des populations agricoles qui vivent surtout de la récolte des dattes, partagent un caractère qui leur est commun : une faible intensité culturale. En effet, le palmier qui pourrait produire de 80 à 100 kg de fruits par an, dans des bonnes conditions, ne parvient pas à ce rendement.

La culture extensive des palmeraies traditionnelles n'est pas particulière au ZIBANS. Les palmeraies de OUED RHIR la connaissent aussi. Différents problèmes se posent :

* dans le Zab Chergui, à SIDI OKBA, les techniques d'irrigation sont mal adaptées aux besoins des arbres. Ceux-ci, logés dans des trous de 70 cm à 1 mètre de profondeur, sont noyés tous les 30 à 50 jours, "alors qu'une tranche d'eau de 15 cm d'épaisseur suffirait, à condition d'humecter le sol une fois par semaine" (TAIEB.M,1972).

* les arbres mal abreuvés, sont aussi trop serrés et trop âgés dans les palmeraies traditionnelles.

* la production de l'arbre est bonne pendant 30 ans, elle diminue ensuite. Le remplacement des palmiers n'étant pas régulièrement assuré, les vieilles plantations possèdent des arbres qui ont 100 ans et même 150 ans.

* beaucoup d'oasis ne sont pas drainées. C'est le cas des palmeraies de la plaine (Oumache) où la salure augmente, entraînant le dépérissement de certaines parcelles.

Les cultures sous-jacentes frappent par leur faibles densité, à l'intérieur des palmeraies. Les trois strates superposées des descriptions classiques existent de façon exceptionnelles. Le plus souvent, s'il y a quelques arbres fruitiers, les cultures maraichères sont absentes, ou bien si le sol porte celles-ci, les arbres fruitiers disparaissent. Sous les palmiers, les terres manquent d'entretien : les petits murs qui entourent les minuscules parcelles des propriétés sont souvent écroulés.

● Ainsi, l'économie agricole des ZIBANS pose de nombreux problèmes qui ne sont pas insurmontables. C'est une région en pleine mutation qui passe progressivement d'un système agricole traditionnel (économie fermée) à un système d'exploitation plus intensive et plus diversifiée, afin d'obtenir des produits exportables (économie ouverte). Dans cette perspective, il faut nécessairement que les besoins en eau puissent être satisfaits.

CHAPITRE III

LES BESOINS EN EAU

La base de tout aménagement repose nécessairement sur la confrontation des ressources en eau exploitables avec les besoins des différents types d'utilisateurs (eau d'irrigation, eau potable et eau industrielle).

Les besoins importants en eau d'irrigation sont estimés, à partir des données climatiques, notamment l'évapotranspiration potentielle (ETP). Le climat des ZIBANS est évidemment un climat chaud, avec des températures excessives présentant des amplitudes journalières et annuelles fortes. Les pluies sont rares et irrégulières. La faiblesse des précipitations et la forte intensité de l'ETP interdisent pratiquement toute culture sans irrigation.

De nombreuses oasis connaissent un déficit important. Mais la notion de déficit est une notion relative et récente. En effet, le principe traditionnel de l'oasis reposait sur une adéquation entre la surface cultivée et la possibilité en eau. Aujourd'hui ces déficits s'accroissent du fait :

- * de l'extension des cultures à haut rendement,
- * de l'augmentation des surfaces irriguées,
- * de l'accroissement de la population,
- * des besoins industriels, toujours plus importants.

Il en résulte un déséquilibre entre les besoins et les ressources qui ne sont pas inépuisables, puisqu'on assiste au tarissement des sources et à la baisse des débits des forages.

I - LES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION

Les besoins en eau des cultures sont fortement influencés par le climat. La notion d'évapotranspiration potentielle permet de relier les besoins théoriques de la plante à une hauteur d'eau libre à évapotranspirer. Si pour des plantes pérennes, bien alimentées en eau, l'ETP rejoint à tout moment l'ETR (Evapotranspiration réelle), il n'en est pas de même pour les cultures annuelles.

Dans le cadre d'une expérimentation sur l'irrigation localisée du palmier dattier (dans la station de SIDI MAHDI dans l'oasis de TOUGGOURT), la détermination des besoins en eau a été réalisée par une méthode qui est basée sur l'ETP de PENMAN.

A - L'IRRIGATION LOCALISEE A PETIT DEBIT (goutte à goutte)

Les besoins en eau sont calculés à partir de l'ETP. En l'absence de pluies, ces besoins correspondent à l'ETR, suivant la formule : $ETR = ETP (Kc \times r)$, dans laquelle Kc est un coefficient cultural en fonction du recouvrement de l'espace cultivé et donc de son stade de développement. Le coefficient r , appelé taux de rationnement, dépend de l'état d'humidification du sol en surface, qui est en fonction de la densité des goutteurs et de la nature du sol plus ou moins filtrante. Dans le cas de la parcelle (Fig. 38), palmiers adultes, avec des écartements de 9 m x 9 m, $Kc=0,6$ et $r=0,8$. Ainsi les besoins en eau estimés correspondent à $ETP \times 0,6 \times 0,8$, soit à 50 % de l'ETP.

Mais la dose d'irrigation journalière est établie de la manière suivante :

$$Ij \text{ mm} = (ETPj \text{ mm} \times 0,5) + (ETPj \times 0,5 \times 0,3) = ETPj \times 0,65$$

Les valeurs d'ETP, obtenues par la formule de PENMAN, sont calculées pour chaque mois à partir des moyennes des facteurs climatiques. Mais cette méthode ne tient pas compte des variations journalières d'ETP, qui peuvent être importantes au cours de certains mois de changement saisonnier (Mars, Avril...Septembre et Octobre). De ce fait, une méthode de calcul de l'ETP décadaire est actuellement recherchée pour améliorer l'expérience. Actuellement la dose de l'irrigation journalière reste donc être identique pour tous les jours d'un même mois.

Pour satisfaire cette dose d'irrigation journalière (I_j), la durée de l'irrigation dépend du nombre et du débit des goutteurs de chaque palmier, du nombre de palmiers sur la parcelle et de la superficie de celle-ci.

Exemple : le débit théorique de l'installation de 84 palmiers irrigués chacun par 6 goutteurs (fig38), donnant chacun 4 l/h, est donc de $4 \times 6 \times 84 = 2016 \text{ l/h}$, ou encore $0,56 \text{ l/s} = 2,016 \text{ m}^3/\text{h}$. Ce qui correspond pour la parcelle, qui a une superficie de 6000 m^2 , à une pluviométrie horaire de : $2,016 / 6000 = 3,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h}$, soit $0,336 \text{ mm/h}$.

La durée de l'irrigation journalière en heures (ID) est donc égale à $I_j \text{ mm} / 0,336$. Les résultats pour la parcelle considérée sont reportés dans le tableau suivant.

Tableau 57 Durée journalière d'irrigation goutte à goutte
au cours des douze mois de l'année à Sidi Mahdi (Touggourt)
en 1983

MOIS	ETp men en mm	ETp jour en mm	Ij mm ETPj x 0,65	ID (heures) Ij / 0,336
JANVIER	76	2,4	1,56	5
FEVRIER	91	3,1	2,06	6
MARS	150	4,8	3,12	10
AVRIL	188	6,2	4,03	12
MAI	238	7,6	4,94	15
JUIN	258	8,5	5,52	17
JUILLET	269	8,6	5,59	17
AOUT	252	8,1	5,26	16
SEPTEMBRE	192	6,4	4,16	13
OCTOBRE	137	4,4	2,86	9
NOVEMBRE	95	3,1	2,02	6
DÉCEMBRE	72	2,3	1,49	5

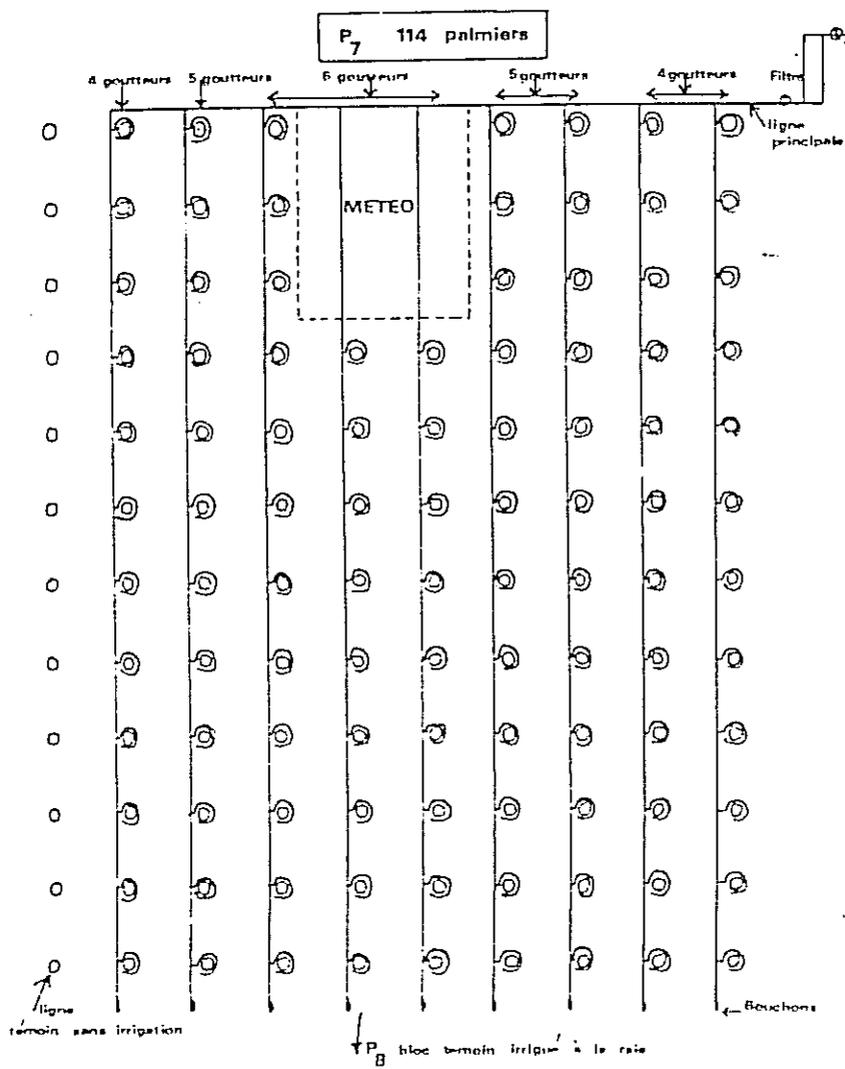
Source: Bull.Agro.Saharien, 1983, 5, pp 29-60.

Pendant la période hivernale, 5 à 6 heures d'irrigation sont suffisantes. la durée d'irrigation doit doubler aux intersaisons et tripler pendant la saison estivale.

B - L'IRRIGATION LOCALISEE A GROS DEBIT (rampes perforées)

Le principe de fonctionnement de ces rampes permet d'utiliser des débits élevés (30 à 100 l/s), distribués à basse pression (0,2-0,3 bars) sans avoir recours à des stations de pompage (fig. 39).

Figure 38 Essais d'irrigation localisée à Sidi Mahdi (Touggourt)



Plan de parcelle irriguée au goutte à goutte (d'après : St. Sidi Mahdi, Touggourt, 1983)

C'est la technique dite du "BAS-RHONE-LANGUEDOC" utilisant les rampes perforées d'orifices calibrés (de 1 à 3 mm de \varnothing) dans des tronçons de séguias de section triangulaires. Les débits sont ajustés en fonction de la longueur des biefs (séguias) et de la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol.

Deux types de distribution ont été expérimentés :

1- Le premier type : débit de 100 l/h

Ce système est basé sur l'irrigation traditionnelle, c'est-à-dire la canalisation principale (séguia) la Fig39 est montre un exemple d'un distributeur à 4 voies, permettant le branchement de 4 rampes d'irrigation en PET, de 50 mm de diamètre. Chaque rampe irrigue une rangée de 12 palmiers. Pour chaque arbre, la rampe comporte un orifice de 2 à 4 mm, suivant sa position dans la rangée. Chaque orifice est muni d'une bague brise-jet et délivre l'eau dans une cuvette de type traditionnel, autour des palmiers.

Chaque poste de distribution a un débit de 1,2 l/s , soit 0,3 l/s par rampe pour 12 orifices, débitant chacun 0,025 l/s.

Ainsi chaque palmier peut recevoir environ 100 l/h. La durée de l'irrigation dépend des saisons et les doses mensuelles (I_m) d'irrigation sont modulées par le rythme des apports. Les besoins en eau sont calculés la même façon que pour le goutte à goutte ($I_m = ETP_m \times 0,65$).

Figure 39 Irrigation localisée avec des débits de 100 l/h

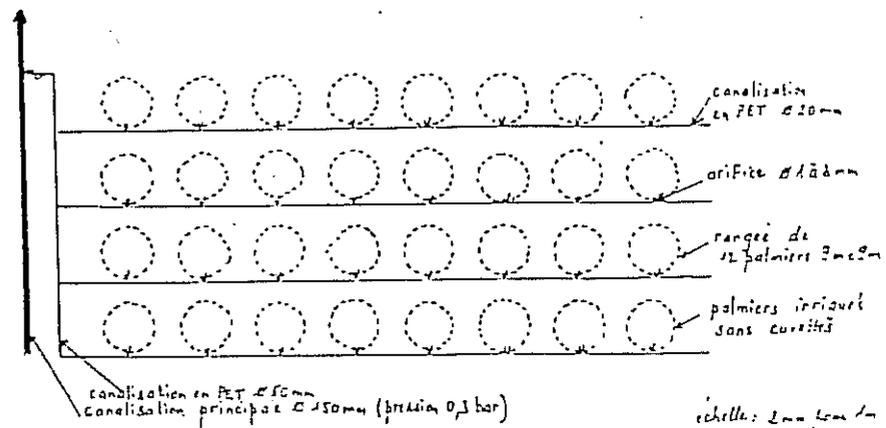
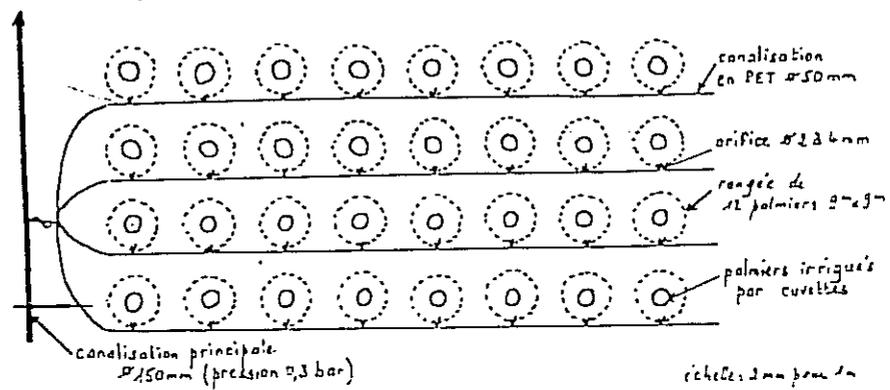


Figure 40 Irrigation localisée avec des débits de 20 l/h
(d'après : St. Sidi Mahdi, Touggourt, 1983)

16x20 mm, branchées sur une antenne de 40x50 mm. Les orifices sont de 1,5; 2; 2,3 et 3 mm. Les débits étant quatre fois moins importants. Ce système est moins coûteux et a l'avantage de faire fonctionner les irrigations exactement comme le goutte à goutte, dont la pluviométrie horaire est très voisine (tableau 57).

Bien entendu les orifices conservent une assez grande hétérogénéité dans leurs débits (+ 20 %), mais la suppression du pompage et de la filtration sont des avantages considérables.

* Les avantages de deux systèmes d'irrigation se résument comme suit :

L'avantage du système "goutte à goutte" : le réseau est parfaitement étanche et l'eau délivrée au jour le jour, peut être modulée en fonction de la demande climatique et des besoins réels des arbres, ce qui conduit à une économie substantielle (50 % de l'ETP).

L'avantage du système "gros débit" : le pompage et la filtration deviennent inutiles, le réseau ancien est utilisé et le montage et la réalisation sont faciles.

Ainsi, d'autres facteurs entrent en jeu pour déterminer le choix d'un système : certains de ces facteurs ont un caractère général et tiennent aux caractéristiques bioclimatiques en particulier aux valeurs maxima de l'ETP, pédologiques (vitesse de filtration et capacité de rétention des sols), agronomiques (type de culture et techniques culturales); socio-économique (technicité de la main d'oeuvre et son coût, rentabilité de la culture).

II- LES BESOINS EN EAUX POTABLES ET INDUSTRIELLES

Il s'agit de donner une estimation approximative des besoins, de l'utilisation et de la consommation en eau dans les secteurs autres que celui de l'irrigation.

On traitera ainsi l'alimentation en eau potable en milieu urbain, en prenant comme exemple la ville de Biskra, puis en milieu rural et enfin on abordera les besoins en eau des industries.

A - LES BESOINS EN EAU POTABLE EN MILIEU URBAIN

Calculer les besoins en eau d'alimentation, pour l'ensemble des agglomérations urbaines ou rurales de la région, nécessite la fixation de normes de consommation unitaire.

En règle générale, ces normes objectives résultent de l'adéquation de critères socio-politiques et socio-économiques, mais aussi de la volonté politique des pouvoirs publics qui fixent les objectifs pour chaque période de planification. Ces objectifs prennent en compte les aspects technico-financiers (taux de raccordement aux réseaux, investissements réservés aux infrastructures) le potentiel des ressources en eau susceptibles d'être mobilisées (quantité et qualité) et la structure interne des agglomérations (population, taux d'urbanisation, typologie de l'habitant et des équipements sanitaires..).

Pour l'essentiel, on peut dire que l'évaluation des besoins en eau d'alimentation postule la satisfaction d'un niveau sanitaire général en étroite relation, avec le développement socio-économique des régions.

1- L'alimentation de Biskra en 1952

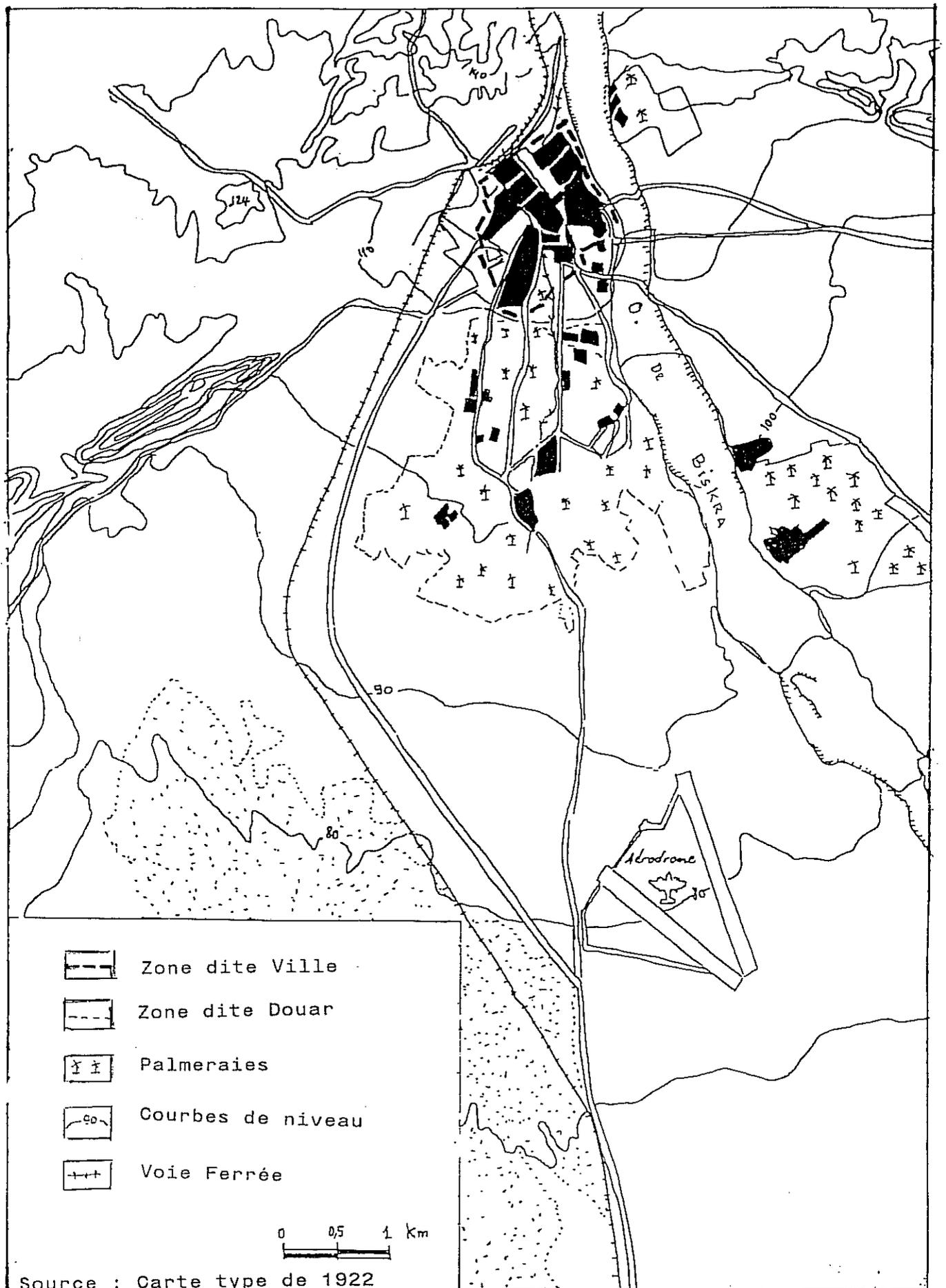
En 1940, BISKRA était alimentée par une station de pompage qui prélevait l'eau dans l'inféro-flux de la nappe alluviale. Cette station fournissait 7200 m³/jour pour la ville et 21.400 m³/jour pour l'irrigation.

En 1952, a été construit un nouveau réservoir contenant 5000 m³/jour pour la consommation domestique. BISKRA (cf. carte 18) comptait à l'époque 35.145 hab, répartie sur deux zones : la ville européenne (10.907 hab) et le vieux BISKRA dit douar (24.238 hab). Les besoins nécessaires pour cette population, sont présentés dans le tableau (58).

Tableau 58 Alimentation en eau potable de la ville de Biskra en 1952

Designation des consommation	Quantités des consomm	Atribution jour	
		M ³ /J	T.M ³ /J
Habitants <u>Ville de Biskra</u>	10.907	0,200	2.181,4
Habitants <u>Vieux Biskra</u>	24.238	0,100	2.423,8
TOTAL ...	4.996,80 m ³ /Jour, soit 5000 m ³ /J		

Carte 19 AGGLOMERATION DE BISKRA



Source : Carte type de 1922

Ce tableau montre que les normes d'attribution étaient très différents selon les zones :

- * la zone dite urbaine avait une dotation journalière de 200 l/j/hab;
- * la zone dite douar n'avait qu'une dotation de 100 l/j/hab.

Avec un potentiel de 7.200 m³/jour (205 l/jour/habitant), les besoins, selon ces normes étaient satisfaits. Mais avec 5.000 m³/jour, la consommation moyenne par habitant n'était alors que

de 142 l/jour. Aujourd'hui cette quantité est nettement insuffisante.

2- L'alimentation actuelle de Biskra

Actuellement, la ville de BISKRA est alimentée par différentes nappes souterraines. Les captages se situent dans différentes zones (tableau 59) :

- * la nappe alluvionnaire de l'oued Biskra est exploitée par cinq forages, dont le débit total est de 492 l/s (zones centre, sud et El-Alia),
- * la nappe des calcaires (Eocène inférieur) est exploitée à 10 km à l'ouest de Biskra, dans la palmeraie d'El-Magloub, par quatre forages qui fournissent un débit 65 l/s.

La ville de BISKRA est donc alimentée par 8 forages qui donnent globalement 557 l/s, soit un potentiel de 371 l/s par habitant, pour une population qui atteignait 130.000 habitants

en 1987. Ainsi, entre 1952 et 1986, le potentiel en eau par habitant a pratiquement doublé.

Pour distribuer cette ressource en eau, La ville dispose d'un réseau de canalisations de 100 km de longueur et de 5 réservoirs dont la capacité de stockage totale est de 17.000 m³ (tableau 60).

L'espace urbain actuel et les localisations futures, ont été divisés en plusieurs zones homogènes, selon le Plan d'Urbanisation Directeur (P.U.D). Chacune des zones est considérée comme une zone hydraulique unitaire (carte 19) :

* la zone centre et sud de la ville concentre le plus d'habitants (99.611 hab) avec une dotation de 390 l/j/hab. Cette zone est la mieux alimentée, car elle dispose de 4 forages qui fournissent 450 l/s avec une capacité de stockage de 12.000 m³.

* la zone el-Alia (ZHUN Est), qui se trouve sur la rive gauche de l'oued Biskra, compte une population de 10.000 habitants alimentée par un seul forage de 42 l/s, avec une bonne capacité de stockage (2.000 m³). L'alimentation est donc suffisante puisqu'elle est de 362 l/j/hab.

* la zone Ouest, qui compte 20.000 habitant est alimentée par les 3 forages d'Ain Meglobe, qui débitent globalement 65 l/s avec un réservoir de 3.000 m³. Cette zone est la moins bien alimentée, avec un potentiel de 280 l/j/hab.

Ainsi, malgré une forte augmentation de la population, qui a presque quadruplé en 35 ans (35.000 en 1952 et 130.000 en 1987), les conditions d'alimentation de la ville de Biskra se sont considérablement améliorées. La norme minimale de 300 l/j/hab est dépassée dans la majorité des zones (sauf ZHUN ouest), mais

l'accroissement continu de la population de ces dernière années necessite la recherche et l'exploitation de nouvelles ressources en eau potable.

Tableau 59 Alimentation en eau potable de la ville de Biskra en 1986

Zones	Pop	Forage	Débit l/s	Dotation l/j/hab
Centre et Sud	99.611	4	450	390
El-Alia Est	10.000	1	42	362
Ouest	20.000	3	65	280
TOTAL...	129.611	8	557	371

Source: D.H.W de BISKRA, 1986

Tableau 60 Capacité de stockage en m³ 1986

Zones	Stockage	Capacité	Population
Centre et Sud	3 réservoir	12.000	Pour 99.611 hab
el-Alia Est	1 réservoir	2.000	10.000 hab
Ouest	1 réservoir	3.000	20.000 hab
TOTAL ...	5 réservoirs	17.000 m ³	129.611 hab

Source: D.H.W de BISKRA, 1986

Deux autres villes de moindre importance, Tolga et Sidi Okba, seront traitées avec les localités du milieu rural, car elles sont intégrées dans les régions définies précédemment, le Zab Gherbi pour la première et le Zab Chergui pour la seconde.

B- LES BESOINS EN EAU POTABLE EN MILIEU RURAL

Les réseaux d'exploitation et de distribution d'eau potable, en milieu rural dans les ZIBANS, ont connu leur début avec l'implantation des villages coloniaux.

Avant cette époque, l'eau potable provenait des sources naturelles qui jaillissaient des formations calcaires. Aujourd'hui ces sources sont tarées, et le milieu rural est alimenté par des forages et des puits (tableau 61), dont les débits exploités varient entre 2 l/s et 30 l/s.

1- Le Zab Gharbi

C'est une région importante qui a une population de plus de 75.000 hab répartie dans des localités de 3 à 5.000 hab, avec cependant une ville moyenne, Tolga (42.347 hab).

Globalement cette population a une ressource en eau potable suffisante (318 l/j/hab) qui lui est fournie essentiellement par des forages implantés dans la nappe des calcaires (18 forages). Mais Oumache, située à l'est du Zab Gharbi, est encore alimenté par deux sources situées sur le piémont.

Cependant les ressources sont très différentes d'une localité à l'autre :

- certaines sont très bien pourvues, entre 500 et 900 l/j/hab, comme c'est le cas de Foughala, de Bouchagroun, d'Ourlal et de Lioua ;

- par contre, les autres ont généralement un potentiel inférieur à 300 l/j/hab. Il s'agit de Lichana, de B.Ben Azzouze et surtout de la ville de Tolga qui ne dispose que de 173 l/j/hab. Pour celle-ci, l'exploitation est liée au fort accroissement récent de la population qui n'a pas suivi d'une recherche et d'une exploitation suffisantes en eau de consommation. Ces insuffisances locales peuvent trouver une solution par l'exploitation de nouvelles ressources, mais également, par une meilleure répartition des ressources existantes qui nécessite une interconnexion des réseaux de distribution qu'il faudrait étudier.

2- Le Zab Chergui

Avec une population de 17.000 hab, concentrée essentiellement dans la ville de Sidi Okba, cette région est la limite de la dotation nécessaire (308 l/j/hab). Il s'agit donc de trouver des ressources supplémentaires pour mieux satisfaire les besoins de la population actuelle, mais aussi pour permettre à cette région un développement plus important.

Tableau 61 Alimentation en eau potable en milieu rural (1983)

LE ZAB GHERBI

Centre	Population	A.E.P	Débit l/s	Dotation l/j/h
Tolga	42.347	4 F	85	137
Foughala	4.443	4 F	25	486
Cité Foughala	302	1 F	3	858
Bouchagroun	5.212	5 F	54	895
Cité Bouchagroun	787	1 P	2	219
Lichana	5.318	1 P	15	244
B.Ben Azzouz	5.428	1 F	15	239
Ourlal	3.327	2 F	30	779
Lioua	3.911	1 F	30	663
Oumache	4.803	2 S	20	359
LE ZAB CHERGUI				
Sidi Okba	14.340	3 F	50	301
Garta	1.150	1 F	5,5	413
Seriana	1.508	1 S	5	286

Source: D.H.W de BISKRA, 1986

C - LES BESOINS EN EAU INDUSTRIELLE

La région de BISKRA a connu l'essor industriel à la fin des années 70, avec l'installation du complexe de textile, dans le cadre d'une nouvelle politique d'aménagement du territoire et de développement de l'industrie à l'intérieur du pays. Cet essor de l'industrie s'est poursuivi avec la création de complexe du textile, l'unité du câble et quelques petites unités du secteur privé ou public. Toutes ces unités industrielles, consommatrices d'eau, sont concentrées dans la ville de BISKRA dont une partie se trouvent à l'intérieur du tissu urbain.

Pour satisfaire leurs besoins en eau, on les a raccordées aux réseaux publics urbains de la ville, sauf les grandes unités qui sont alimentées par leur propre forage. D'après l'enquête menée auprès des services de l'hydraulique de la wilaya de BISKRA, les besoins en eau pour ces unités industrielles s'élèvent à 2355 m³/jour, soit un débit de 27,2 l/s. Les besoins de chaque unité sont répertoriés dans le tableau suivant.

Tableau 62 Consommation en eau par unités industrielles
en 1983

UNITES	Origine des eaux	Débit l/s	Débit m ³ /jour
E.N.I.C.A.B	Forage de l'unité	2,8	244
ELATEX	Forage de l'unité	22,2	1.920
O.N.D	réseau A.E.P	?	?
NAFTAL	réseau A.E.P	0,2	18
U.A.G	réseau A.E.P	?	?
Agglo-béton	réseau A.E.P	0,3	25
Carreau-grani	réseau A.E.P	1,7	148
TOTAL...		27,2	2355

Source: D.H.W de BISKRA, 1986

L'unité la plus consommatrice est le complexe du textile qui utilise plus de 80 % des besoins industriels. Mais son alimentation est assurée par un forage indépendant du réseau urbain.

Globalement la consommation en eau industrielle est actuellement faible, puisqu'elle ne représente qu'environ 5 % par rapport à la consommation en eau potable de la ville de Biskra.

* Ainsi, les besoins en eaux pour l'ensemble des Zibans est considérable, de l'ordre de 600.000 m³/jour en moyenne. Les besoins en eaux potable et industrielle atteignent environ 100.000 m³/jour, et la demande ne cessera de s'accroître du fait de l'augmentation de la population et du développement économique. Mais c'est l'irrigation qui est la plus grande consommatrice, avec près de 500.000 m³/jour. C'est dans ce domaine qu'il est possible de faire des économies en utilisant les nouvelles techniques d'irrigation au goutte à goutte.

En effet, actuellement, il faut en moyenne 350 l/jour pour irriguer un palmier (autant que pour un habitant), alors que les nouvelles techniques permettrait de ramener cette quantité à 250 l/jour. L'économie, de plus de 100.000 m³/jour, serait importante pour cette région où les ressources en eau ne sont pas inépuisables.

CHAPITRE IV

AMENAGEMENT ET PERSPECTIVES AGRICOLES

Depuis longtemps, la mise en valeur agricole des zones arides retient l'attention des chercheurs et des organisations pour le développement. Avec un territoire saharien de plus de 2 millions de km², il n'est pas étonnant que l'Algérie, examine de plus près les possibilités d'y développer ses ressources agricoles (DUBOST.D,1986).

En effet, l'ALGERIE est le pays du MAGHREB où l'augmentation de la population et la stagnation des productions alimentaires creusent un écart de plus en plus dangereux pour son indépendance économique. La population compte aujourd'hui 25 millions d'habitants et s'élèvera à environ 35 millions à la fin du siècle. Ainsi la superficie agricole utile (S.A.U) disponible par habitant diminue constamment. Dans ces conditions, l'essentiel d'une amélioration ne peut être obtenu que par l'intensification des systèmes de cultures et l'extension des surfaces irriguées.

La gravité de la situation est parfaitement explicitée dans le texte de la charte nationale. Il n'est plus possible de négliger les moindres potentialités et l'Algérie doit se préparer à subir la pression introduite par l'accroissement démographique.

La réponse à cette contrainte exige la conception d'un plan d'action volontariste pour l'ensemble des régions agricoles, et notamment pour les territoires du sud qui occupent une place importante, tout au moins dans l'opinion publique.

I- L'EXTENSION DES AMENAGEMENTS

Cette extension est soumise à certaines contraintes naturelles et à une évolution de la conception de la propriété foncière.

A- LES CONTRAINTES DU MILIEU NATUREL

Si la nécessité de l'irrigation est évidente pour tout aménagement, il faut cependant tenir compte aussi d'autres contraintes importantes :

* La première concerne le drainage :

Traditionnellement, les vieilles palmeraies ont été installées à proximité de l'eau et dans des dépressions sans exutoire possibles. Comme le palmier-dattier nécessite qu'on maintienne la nappe phréatique à 1,20 m de la surface, en cas de remontée des eaux, des quantités considérables de sels se déposent : "avec une eau phréatique contenant 10 g de sel par litre, 8 à 10 t de sels peuvent s'accumuler par hectare et par an" (DUBOST.D, 1986).

Les nouveaux périmètres d'irrigation doivent donc être installés sur des versants ou des plateaux, avec des pentes suffisantes pour assurer une bonne évacuation des eaux excédentaires par un réseau de drainage.

* La deuxième contrainte c'est la protection des cultures contre l'évaporation qui est intensifiée par les vents sahariens. Les brise-vents peuvent réduire l'importance de l'ETP. Les brise-vents ont une action sur la température de l'air par des mécanismes qui jouent en sens inverse :

"Le ralentissement du vent tend à élever la température, alors que l'accroissement de la consommation d'eau par la plante à tend l'abaisser (humidité de l'air plus importante). Le freinage de l'air nocturne peut entraîner un abaissement de la température" (LERY.F,1982).

L'effet du brise-vent, en ralentissant le déplacement des masses d'air, est donc bénéfique. La masse d'air, moins souvent renouvelée, se charge en humidité et de ce fait le pouvoir de l'ETP est réduit. D'autre part, il ne faut pas négliger le rôle de brise-vent pour lutter contre l'érosion éolienne.

Au sein des palmeraies, la protection des cultures existantes est assurée par la masse des palmiers qui jouent le rôle de brise-vent tout en diminuant la température au sol par effet d'ambrage.

* La dernière contrainte de l'aménagement, est l'utilisation adéquate des sols par un travail approprié. Dans les pays désertiques, les conditions naturelles ne permettent pas l'évolution naturelle des couches meubles superficielles en horizons différenciés. On distingue trois types pédologiques :

- les sols à matériaux bruts (Hamadas, Regs et Ergs)
- les sols peu évolués (Daias et épendages alluviaux ou éoliens)
- les sols halomorphes (Chott et Sebkhass)

Seul les sols peu évolués peuvent être cultivés sans contraintes majeures. Ainsi, "le palmier-dattier préfère un sol profond et perméable, avec 75 à 90 % de sables et des limons et argiles en faible quantité" (TAIEB.M, 1972).

Une particularité courante est la présence d'une croûte gypso-saline (palmeraie du piémont) à faible profondeur, appelée "deb-deb". Il est nécessaire dans ce cas de pouvoir percer cette croûte, si on veut implanter une palmeraie.

D'autres contraintes naturelles peuvent être prises en compte, comme c'est le cas des inondations, mais elles sont généralement secondaires ou épisodiques.

B - L'EVOLUTION DE LA PROPRIETE FONCIERE

La socialisation des terres n'a pas toujours abouti avec objectifs recherchés, c'est-à-dire une meilleure répartition des revenus des agriculteurs et un accroissement des rendements par la concentration et le développement des moyens techniques.

Le grand changement a été apporté par la loi d'accession à la propriété foncière de 1984 (A.P.F), pour la mise en valeur agricole de nouvelles terres : les agriculteurs deviennent propriétaires au bout de cinq ans, des parcelles qu'ils ont mise en valeur.

Dans le cadre de cette loi, des terres ont été attribuées à des exploitants privés, pour leur mise en valeur. Les ZIBANS disposent de vastes étendues de terres agricoles, qui n'ont pu être travaillées par manque d'eau d'irrigation et par manque de moyens d'investissement. Au total, la Wilaya dispose d'une superficie, pour la mise en valeur agricole, de plus 90.000 hectares. Mais en 1986, seulement 118 parcelles avaient été attribuées, pour une superficie de 6.302 hectares (tableau 63).

Tableau 63 Les parcelles recensées au 31 MARS 1986,
dans le cadre de l'A.P.F pour la mise en valeur agricole

Daira	Parcelles recensées		Superficie disponible
	Nombre	Superficie en ha	en hectare
Tolga	27	405	31.950
Biskra Clw	10	30	2.440
Sidi Okba	34	4.289	45.354
Ouled Djellal	48	1.578	10.674
Total..	118	6.302	90.418

Source: ANAT, 1986

Sidi Okba et Tolga ont les plus grandes superficies disponibles pour la mise en valeur par l'APF, mais c'est à Ouled Djellal et Sidi Okba que la mise en exploitation a été la plus importante.

La taille des exploitations est extrêmement variable à l'intérieur d'une daïra, et d'une daïra à l'autre. Elle peut être très petite, avec quelques hectares, comme c'est le cas à Biskra, mais elle peut être également très importante, surtout à Sidi Okba où elles dépassent souvent la centaine d'hectares. L'APF réintroduit ainsi une distorsion entre les propriétaires qui ont des moyens d'investissement très différents. Mais l'APF est actuellement un des moyens qui permet d'accélérer le développement agricole et de fixer une population rurale.

C - L'EXPLOITATION SPECIALISEE

Il faut encourager la création d'exploitations spécialisées dans les régions sahariennes, pour obtenir une balance équilibrée des productions alimentaires, dans la mesure où l'approvisionnement des facteurs de production, en amont (nord) et l'organisation de la commercialisation en aval (sud), posent des problèmes insurmontables.

En ce qui concerne la production des dattes, l'utilisation optimale du matériel et des installation nécessite une taille raisonnable des exploitation. Avec 120 palmiers par hectare, on peut développer des cultures intercalaires, telles que les céréales ou les plantes fourragères.

La production de légumes et de fruits devrait être réservée aux exploitations intensives, autour des villes (Biskra, Sidi Okba et Tolga). Ces exploitations existent déjà, mais elles concernent que de petites exploitation familiales de moins 1 à 0,5 hectare.

II - LA MISE EN OEUVRE DES TECHNIQUES AGRICOLES

L'expérience a montré que lorsque les ressources hydrauliques sont connues et bien identifiées et que les financements sont disponibles, les problèmes concernant l'élaboration des projets et l'exécution des ouvrages d'infrastructure, dans la très grande majorité des cas, pourraient être résolus de façon favorable.

A - LES TECHNIQUES D'IRRIGATION

La connaissance empirique de l'irrigation est bien souvent prise en défaut chez les agriculteurs. Ils font, presque toujours quand ils le peuvent, des irrigations excessives, en particulier en hiver. Ce qui provoque l'hydromorphie et la salinité des sols.

Les réseaux d'irrigation, peu étanches sont en outre à l'origine de pertes incontrôlées. "Le SAHARA est un pays où l'on oscille entre l'excès et le manque d'eau, surtout en zone d'artésianisme" (DUBOST.D, 1986).

La dose d'irrigation, dépend avant tout de l'évapotranspiration (ETP), dont les valeurs annuelles sont comprises entre 1200 et 1500 mm, pour les cultures irriguées. Les besoins quotidiens varient de manière importante au cours de l'année : 2 à 4 mm en hiver et de 8 à 10 mm en été. L'irrigation doit respecter ces besoins variables dans le temps et dans l'espace. Les doses d'irrigation nécessaires peuvent être calculées que par des stations expérimentales régionales, qui doivent informer les agriculteurs. La conception des réseaux

doit aussi permettre de contrôler les quantités d'eau distribuées.

Pour toutes ces raisons, l'irrigation "goutte à goutte" apparaît comme la meilleure solution, puisqu'elle convient très bien à l'arboriculture, et en particulier aux palmiers (comme nous avons vu dans les besoins en eau d'irrigation). L'avenir selon (DUBOST.D, 1986), appartient aux machines qui distribuent l'eau au pied des plantes, sur le principe des rampes mobiles d'irrigation localisée.

Les avantages généraux de l'irrigation localisée, peuvent se résumer comme suit selon (BROCHAR.P, 1983) :

- * une économie de l'eau très appréciable (entre 30 à 50 %) donc une possibilité d'irriguer une plus grande surface avec la même quantité d'eau. Ainsi une installation au goutte à goutte sur un palmier dattier, utilise un débit de 0,45 l/s/ha, alors que les normes par irrigation traditionnelle dans le BAS-SAHARA, sont de 0,80 l/s/ha ;

- * une augmentation sensible des rendements, car les plantes, toujours correctement alimentées, ne subissent à aucun moment de choc végétatif;

- * une réduction des adventices, car le sol reste sec entre les plantes.

B - L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'EAU D'IRRIGATION

Une utilisation rationnelle implique souvent de retenir l'eau de surface dans des zones appropriées et de la transporter avec un minimum de perte vers le lieu d'irrigation.

1- Les pertes: sont considérables à cause du système d'irrigation traditionnel. L'eau est distribuée par des séguias, de 1 à 2 kms de long qui irriguent 3 à 4 champs à partir d'un seul puits équipé généralement d'une moto-pompe. Il en résulte des pertes importantes par infiltration et évaporation. Il est possible de les éviter partiellement en ayant recours à un revêtement choisi, en tenant compte des conditions locales et du coût économique. Ainsi, on peut utiliser du plastique pour revêtir les canaux d'irrigation. Mais c'est un réseau de conduites étanches qui réduirait au maximum les pertes d'eau par infiltration et surtout par évaporation, mais cette opération est fort coûteuse.

2- Le drainage: est également une technique à développer pour la survie de certaines zones irriguées de manière intensive. Dans les ZIBANS beaucoup de palmeraies ne sont pas drainées, c'est le cas d'Oumache où la salure augmente de l'amont vers l'aval, entraînant le dépérissement de certaines parcelles.

Les travaux de drainage et d'assainissement doivent être effectués dans la région pour assurer l'évacuation des eaux de surface, et permettre ainsi de réduire les apports inutiles à la nappe phréatique. Ces mesures doivent être prises en priorité dans les zones où la remontée de la nappe est déjà observée.

La réduction des apports sera faite surtout en dehors des périodes nécessaires d'irrigation, en particulier par un vannage systématique durant les mois d'hiver. Les eaux des sources non utilisées en hiver pourraient être amenées par des conduites étanches, vers l'oued Djedi, pour irriguer les céréales d'hiver dans la plaine de Saâda (sud de Biskra).

. Ainsi, l'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation nécessite l'amélioration des réseaux de distribution existants (éviter les pertes), l'évacuation et la réutilisation des eaux excédentaires (drainage). De même que l'irrigation "goutte à goutte", ces aménagements nécessitent d'importants investissements. Toutefois, ces techniques permettraient d'économiser d'importantes quantités d'eau.

C - LA LUTTE CONTRE LA MALADIE

Les palmeraies restent la principale ressource de l'agriculture saharienne. Mais aujourd'hui, elle est menacée par la maladie, la plus grave du palmier dattier, le "Bayoud".

Les agriculteurs ont sélectionné au cours des siècles un grand nombre de clones de dattiers. On commence seulement à entrevoir l'importance de l'effet néfaste de ce clonage pour de nombreuses variétés, comme "deglet nour" et "ghars", qui sont toutes sensibles au "Bayoud".

De plus, les mauvaises conditions d'entretien ont accru les dégâts causés par l'asphyxie et la salinisation des sols, par le ver des dattes (larve d'un papillon) et par le Boufaroua (acarien se développe sur les régimes en été).

Pour lutter contre ces maladies, l'utilisation des insecticides et des pesticides est actuellement le seul moyen destructif des germes. Plusieurs essais de traitement ont été effectués, par injection au niveau même du palmier. Mais jusqu'à présent, les résultats n'ont pas été satisfaisants.

D - LA FORMATION DES AGRICULTEURS

Par manque de connaissances techniques et pratiques des agriculteurs, des échecs ont été enregistrés dans les domaines socialistes (ex: la ferme d'Idriss Amor, à El-Outaya, a été une ferme spécialisée dans les céréales à l'époque de la colonisation, aujourd'hui, elle est devenue un désert).

La rapidité et l'efficacité de la mise en valeur, dépend de l'organisation, de la vulgarisation et de la formation technique des agriculteurs dans le domaines de la maîtrise de l'eau. Cette formation des agriculteurs (fellahs) est un investissement indispensable. Elle est réalisée sous forme d'une assistance technique, notamment dans le domaine de l'irrigation. Mais, la formation à donner ne peut pas être limitée à un simple conseil.

Car ce lui qui irrigue doit avoir des notions relativement précises sur :

- les relations entre le sol, l'eau, la plante et l'atmosphère,
- les bases techniques et rationnelles de l'irrigation et de drainage,
- la fertilité, l'érosion (notamment éolienne) et la dégradation des sols,
- le diagnostic et la lutte contre les maladies.

La formation est donc complexe. Elle doit faire évoluer la mentalité des agriculteurs actuels, mais surtout, elle doit former de jeunes agriculteurs qui remplaceront les anciens ou qui s'implanteront sur de nouvelles terres. Pour une agriculture plus intensive et plus rentable, il faut que cette formation soit non seulement technique mais également économique.

CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE

Nous avons essayé, dans cette partie, d'analyser les aspects les plus importants qui mettent en difficulté l'économie agricole dans les ZIBANS.

Une exploitation importante des ressources en eaux

Les palmeraies les plus caractéristiques des ZIBANS (fig 41) sont situées à l'ouest de BISKRA dans le "ZAB GHERBI", où elles constituent deux alignements parallèles. Celles qui soulignent le pied des monts du Zab, de AIN BEN NAOUI à FOUGHALA, sont nées sur des sources artésiennes locales, issues des nappes contenues dans les calcaires de l'Eocène. Les autres palmeraies, parallèles à l'axe de l'oued DJEDI, telles que OUMACHE, OURLAL et M'LILI, sont alimentées par des sources éloignées, avec des séguias amenant l'eau sur plusieurs kilomètres. L'artésianisme a décliné avec le temps, entraînant donc, pour toutes les palmeraies, un recours obligatoire aux forages.

Les palmeraies qui se trouvent à l'est de BISKRA, comme SIDI OKBA, GARTA, SERIANA et TEHOUDA, sont situées dans une zone pauvre en ressources en eau, malgré la présence du barrage de Foug-el-Gherza qui n'a pas joué le rôle attendu.

Une utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation

L'importance de l'eau grandit avec la croissance économique, liée au développement rapide de tous les secteurs et avec l'accroissement et de la demande en eau pour la consommation,

du fait de l'augmentation de la population. Mais c'est surtout l'expansion de l'agriculture qui nécessite une quantité d'eau importante pour l'irrigation, qui est indispensable dans une région aride. Compte tenu de cette situation, il est évident qu'il faut poursuivre le développement et l'aménagement des ressources en eau, selon des perspectives nouvelles. On peut envisager d'accroître l'utilisation des ressources naturelles, mais celles-ci ne sont pas inépuisables. Il faut donc avoir une nouvelle approche du problème, par une utilisation plus rationnelle de l'eau d'irrigation.

Une évolution des mentalités

Les palmeraies des ZIBANS sont surtout constituées de petites propriétés qui atteignent rarement un hectare. Le produit de si petites surfaces ne peut devenir suffisant que si l'exploitation est hautement intensive. Malheureusement, l'exploitation agricole saharienne est par tradition de type extensif, alors que le développement de la région doit être basée sur une agriculture à haut rendement et plus diversifiée.

Ces idées sont à la fois neuves et vieilles comme le monde. Elles font appel à la cohérence du système agricole et au bon sens des agriculteurs, reposant sur l'encadrement technique, l'information et la formation aux nouvelles méthodes d'exploitation. La réalisation d'un projet de mise en valeur des terres agricoles dépendant essentiellement des hommes. En effet, c'est toute une société, avec son état d'esprit et sa mentalité, qu'il faut changer en profondeur pour la rendre perméable à la nécessité du développement économique.

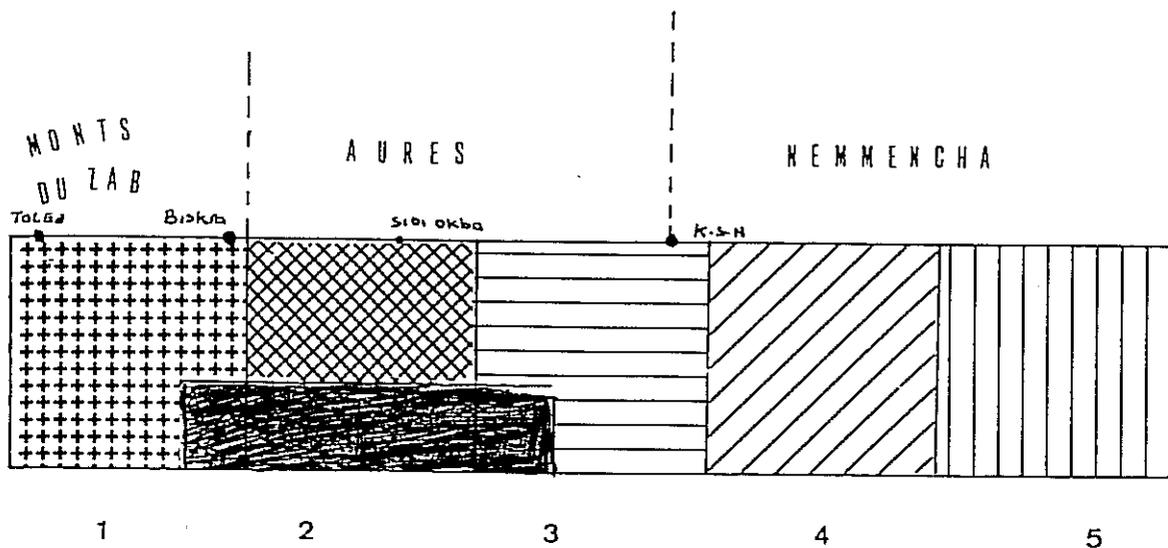


Figure 41 LES PALMERAIES DES ZIBANS

- 1  Palmeraies importantes [irriguées par forages et sources]
- 2  Palmeraies médiocres [irriguées par barrage]
- 3  Céréales irriguées par des séguías et les crues des oueds
- 4  Céréales dans la zone de pastoralisme
- 5  Pastoralisme
-  Cultures maraichères irriguées par moto-pompe (nouveaux périmètres mis en valeur)

une politique du développement agricole

En ALGERIE, le pouvoir de décision économique est très centralisé. La mise en oeuvre d'une politique volontariste joue un rôle déterminant. Il faut donc, en premier lieu, que l'Etat prenne en charge l'approvisionnement des facteurs de production (matériels d'irrigation, machines, engrais, semences, plantes,..). Il doit également assurer la formation aux nouvelles techniques agricoles et développer les échanges économiques entre le Nord et le Sud, mais aussi pour l'exportation.

Le plan du financement et d'investissement impose des choix difficiles pour l'aménagement. Car l'aménagement d'un hectare dans le désert coûte actuellement de 50.000 à 80.000 DA. Pour la mise en valeur agricole de 70.000 ha nouvelles terres cela demanderait un investissement de 4,5 milliards de dinars (Plan 1984 à 1989). La rénovation des palmeraies anciennes (abattage des vieux palmiers et replantation) nécessiterait des primes de 500 DA par palmier, soit 2,5 milliards de dinards. L'investissement globale, dans l'ensemble du Bas-Sahara, atteindrait 8,5 milliards de dinards (estimation du plan pour 1984 à 1989). Le quart pourrait provenir du secteur privé, les 6 milliards restant seraient à répartir sur 12 ans, c'est-à-dire 500 millions par an jusqu'en 1998. L'effort financier est donc considérable mais absolument nécessaire.

C O N C L U S I O N G E N E R A L E

Cette étude de la région des ZIBANS avait pour objectif principal une mise à jour des problèmes de l'aménagement hydro-agricole des oasis.

La région, située sur la bordure septentrionale du sahara au pied de l'Atlas saharien, est caractérisée par un climat aride à pluviométrie faible (comprise entre 100 et 200 mm) avec des températures très élevées durant la période estivale (supérieures à 30°). Mais ce déficit en eaux de surface est largement compensé par l'existence de nappes souterraines importantes.

Après avoir analysé les potentialités des ressources en eau, nous avons essayé d'étudier leurs exploitations et les conséquences qui en résultaient sur le développement agricole. Ainsi, l'évolution des techniques d'exploitation des eaux souterraines (forages de plus en plus profonds) et des eaux de surface (barrage) a été accompagnée d'une modification des systèmes d'irrigation et de drainage. Mais ces modifications n'ont pas été systématiques et de ce fait le paysage agricole offre des contrastes importants entre les différentes oasis ou à l'intérieur même d'une oasis.

L'accroissement accéléré de la population des oasis des ZIBANS nécessite un développement économique plus important et plus diversifié, et notamment dans le secteur agricole qui reste un atout majeur de la région du fait des potentialités naturelles et humaines.

Une appréciable richesse en eaux

Dans cette région, au déficit pluviométrique important, les nappes souterraines constituent, plus que le pétrole de HASSI-MESSAOUD ou le gaz de HASSI-R'MEL, un trésor fabuleux qu'il faut gérer de manière rationnelle.

L'exploitation des différentes nappes (grès du continental intercalaire, calcaires marins du Sénonien et de l'Eocène inférieur, et Sables du Continental terminal), doit faire l'objet d'une suivi constant qui doit permettre d'éviter les effets néfastes d'une surexploitation.

Une meilleure connaissance de la pluviométrie de la zone montagneuse est nécessaire pour déterminer les possibilités d'alimentation de ces nappes, mais également pour poursuivre éventuellement l'exploitation des eaux de surface, et notamment sur les oueds qui entaillent le versant sud des Aurès. Celle-ci nécessite cependant d'analyser au préalable le bilan du barrage de Foum-el-Gharza (oued el-Abiod) qui n'a pas fourni toute la ressource espérer.

Une grande possibilité d'extension des terres irriguées carte 21

La zone amont du piémont n'offre guère de potentialités pour un développement agricole. En effet, les glacis quaternaires comportent un matériau grossier (avec un encroûtement calcaire et gypseux plus ou moins induré) et des ressources en eaux souterraines qui ont tendance à s'épuiser (tarissement des sources relayées par des forages peu productifs).

Cette zone doit être réservée à l'élevage extensif des ovins et des caprins, avec un contrôle du parcours des troupeaux pour éviter le surpaturage.

Par contre, la zone aval du piémont et la plaine proprement dite offrent d'épaisses couches de limons et de sables. Ces matériaux ont été mis en place par les débordements de crue de l'oued Djedi et des différents oueds issus des monts du Zab et surtout des Aurès où la pluviométrie est plus importante. Il en résulte des glacis d'épandage coalescents qui remanient également les apports éoliens. Ces sédiments sont fertiles jusqu'aux abords de la dépression du Chott Melhrir où les fortes teneurs en sels les rendent impropres à l'utilisation agricole. L'extension des terres agricoles est donc possible dans cette zone, mais elle reste tributaire des ressources en eaux existantes et de leur exploitation rationnelle.

Une évolution nécessaire des cultures irriguées

La palmeraie constitue le coeur du développement agricole, mais son exploitation encore trop souvent traditionnelle est un frein au développement agro-économique. Il est donc nécessaire d'introduire de nouvelles techniques d'irrigation et de drainage qui permettent d'économiser l'eau et d'éviter une salure excessive des terres.

La culture du palmier-dattier est en cours de transformation, avec en particulier le développement de la variété Deglet-Nour. Mais cette transformation est encore lente et trop de parcelles restent encore peu productives ou même déperissent. Les agriculteurs hésitent à restructurer leur exploitation du fait du coût des investissements pour une culture qui n'a pas une rentabilité immédiate, le palmier-dattier n'étant productif que huit années après sa mise en terre.

Par contre, les cultures maraichères ne nécessitent pas

d'investissements lourds et leur rendement est immédiat. Les agriculteurs s'orientent de plus en plus vers ces cultures, notamment la fève, qui fournissent des récoltes précoces et assurent ainsi un prix de vente élevé des produits sur les marchés des grandes villes.

La diversification et l'extension des cultures irriguées hors palmeraie témoignent de la vitalité du milieu agricole, mais cette vitalité doit également s'exercer dans la rénovation des palmeraies traditionnelles.

Une adaptation au progrès technologique et économique

Beaucoup d'obstacles freinent encore le développement agricole.

Les techniques hydro-agricoles sont bien connues, mais leur mise en oeuvre nécessite des investissements importants. Beaucoup de forages sont encore équipés de pompes de faible puissance qui ne permettent pas d'exploiter les nappes profondes. Les réseaux de distribution (séguia) doivent être rénovés pour éviter les pertes dans le transfert des eaux vers les zones d'irrigation. Les systèmes d'irrigation au goutte à goutte (rampes perforées) sont peu développés et les engins agricoles (tracteur, niveleuse,..) sont souvent insuffisants.

Du point économique, l'accession à la propriété foncière (APF) est certainement l'élément déterminant de la mise en valeur des nouvelles terres, et en particulier de l'extension des cultures maraichères. Cependant, il faut maintenir une diversité des cultures, pour satisfaire au mieux les besoins important de la population locale, et développer en même temps les produits d'exportation (qualité, conditionnement,

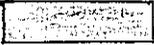
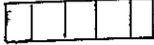
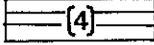
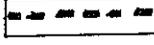
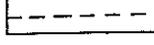
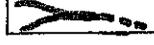
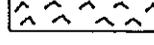
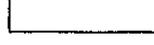
transport,...) qui fournissent des recettes nécessaires aux investissements.

Ainsi, au terme de cette étude, on peut souligner que la région des ZIBANS a des potentialités hydro-agricoles importantes qui doivent être exploitées de manière rationnelle pour satisfaire les besoins économiques d'une population croissante. Cependant, l'évolution d'une agriculture traditionnelle vers une agriculture moderne ne peut se faire sans l'accord du fellah lui-même : "on a tort de considérer que le paysan, arriéré par définition, doit évoluer sans l'effet de la persuasion et de la démonstration et non pas comme une personne susceptible de réagir aux incitations économiques" (DUBOST.D,1986).

La nécessité économique entraîne nécessairement un changement de mentalité du fellah, mais ce changement ne peut être que progressif.

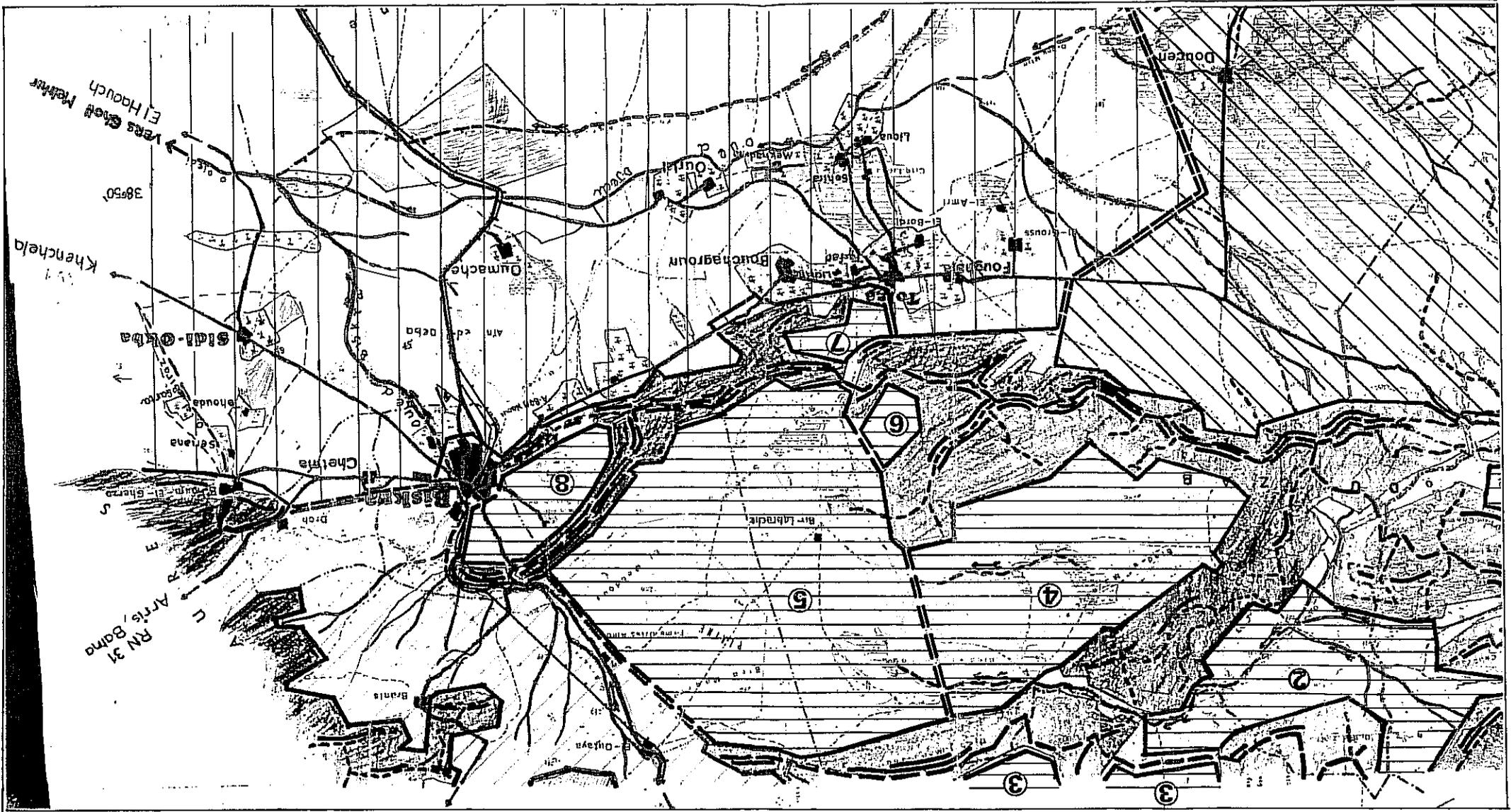
Carte 21 TERRES AGRICOLES MISES EN VALEURS

LEGENDE:

-  Zone des montagnes
-  Vallée de l'Oued Biskra
-  Plaine
-  Plaine ondulée
-  Bassins
-  Ligne de direction des montagnes
-  Ligne de crête primaire
-  Ligne de crête secondaire
-  Route nationale
-  Autres routes secondaires
-  Ligne de chemin de fer
-  Agglomérations, Villages et Villes
-  Piste
-  Oueds
-  Barrage
-  Palmeraies
-  Terre agricole mise en valeur récemment dans le cadre de A.F.P
-  Broussailles
-  Zone inondable, Sable humide et terre sodique
-  Sables sec, dunes et nabka

Ech : 1: 200.000





A N N E X E S

Annexe 1 Répartition des vents moyens annuels par directions
Station de Biskra

		J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	Année
Nord	7h	22	16	15	14	8	8	8	8	10	18	18	21	13,8
	13h	14	7	6	6	4	4	2	2	2	6	6	10	5,7
	18h	10	7	10	7	5	4	3	3	5	6	7	11	5,7
N.Est	7h	7	3	6	5	5	6	8	9	11	8	5	7	6,6
	13h	5	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3,6
	18h	5	4	4	4	4	5	3	4	6	4	3	5	4,2
Est	7h	3	6	8	3	3	12	10	14	12	9	7	4	8,0
	13h	3	5	5	7	10	7	7	6	14	8	8	3	6,9
	18h	3	4	7	7	8	7	4	5	8	9	7	4	6,0
S.Est	7h	2	5	12	18	27	31	40	38	29	14	8	3	18,9
	13h	10	14	19	22	28	29	33	28	26	24	20	9	21,8
	18h	10	14	18	20	22	26	32	26	27	23	24	10	21
Sud	7h	0	1	2	2	5	8	6	8	5	2	1	1	3,2
	13h	3	4	7	7	9	15	15	16	15	9	3	4	8,9
	18h	3	4	6	6	12	16	15	18	15	8	5	3	9,2
S.West	7h	1	2	4	3	4	5	5	3	3	2	2	2	3
	13h	5	6	8	7	11	12	22	19	12	11	7	4	10,3
	18h	6	6	5	7	7	11	20	16	10	10	6	4	9
West	7h	6	6	5	6	7	6	5	4	5	4	6	5	5,4
	13h	12	9	9	10	10	10	6	11	10	8	11	10	8,9
	18h	7	9	7	9	9	7	7	10	8	6	7	8	7,8
N.West	7h	59	56	48	47	31	24	16	16	25	43	53	57	39,5
	13h	51	51	42	38	25	19	12	14	20	31	40	54	33
	18h	56	52	43	40	33	24	16	18	24	34	44	55	36,5

Source: Climat d'Algérie, 1946

Annexe 2

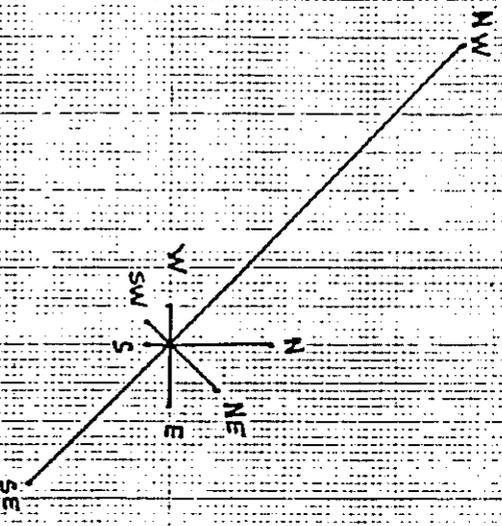
St: BISKRA

Répartitions des vents moyens annuels
par direction

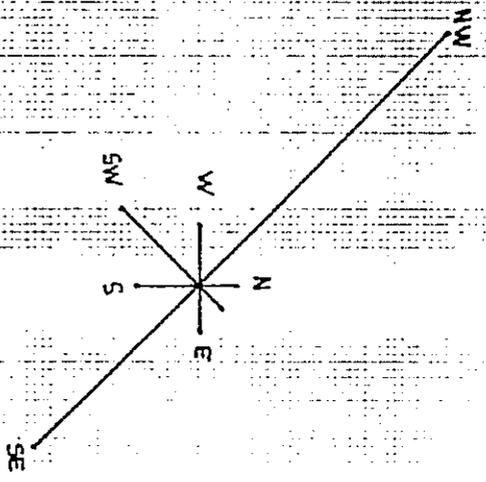
Forces des vents

Mois	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	Année
Valeurs	2,2	2,3	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	1,9	2,2	2,1	2,3	2,4	2,2

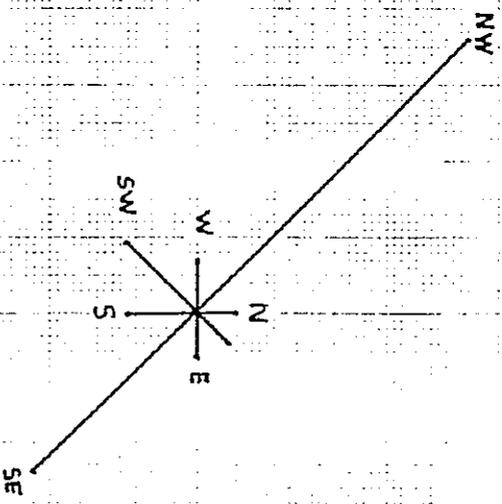
7h



13h



18h

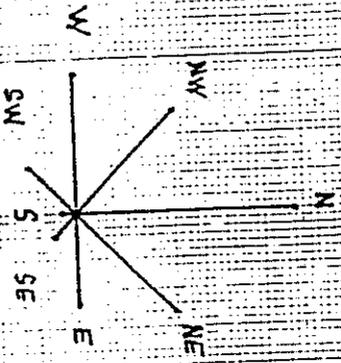


Annexe 3 Répartition des vents moyens annuels par direction
Station d'Ouled Djellal

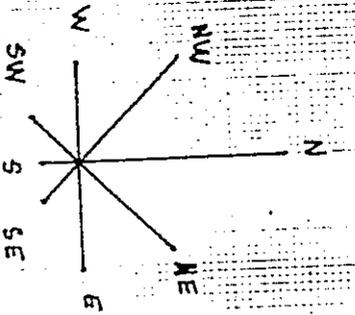
		J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	Année
Nord	7h	31	31	34	34	39	36	22	21	20	31	26	27	29
	13h	38	36	30	36	33	25	13	14	13	23	32	39	27
	18h	42	37	32	40	40	29	17	16	14	27	35	36	30
N.Est	7h	6	7	8	10	17	17	26	29	24	10	7	4	14
	13h	8	11	10	11	12	14	16	20	15	10	11	8	12
	18h	4	12	8	10	10	13	16	18	16	12	14	8	12
Est	7h	2	5	6	9	14	24	28	22	21	10	4	4	12
	13h	7	6	8	12	13	16	26	21	23	19	12	9	14
	18h	5	6	9	9	12	18	21	17	21	14	7	6	12
S.Est	7h	0	1	1	2	3	6	7	7	5	3	3	1	3
	13h	1	2	3	2	6	9	13	13	11	5	3	2	6
	18h	0	1	1	4	4	7	16	14	10	4	4	2	6
Sud	7h	1	1	2	2	2	4	3	3	2	4	2	1	2
	13h	3	2	5	5	8	12	10	11	5	5	5	2	6
	18h	1	2	3	4	6	12	11	10	5	5	2	1	5
S.West	7h	13	7	5	4	2	3	4	5	8	8	10	13	7
	13h	5	5	5	4	4	7	10	8	8	5	5	6	6
	18h	4	4	5	3	3	6	6	8	8	5	5	6	6
Ouest	7h	28	28	25	16	10	4	6	7	10	20	34	29	18
	13h	17	14	22	11	12	6	6	8	11	17	20	22	14
	18h	21	17	22	12	12	7	6	6	13	18	18	21	14
N.West	7h	19	20	19	18	13	7	4	6	10	14	14	21	14
	13h	21	24	17	16	12	8	6	5	11	16	12	18	14
	18h	23	21	20	18	13	8	7	11	13	15	18	20	16

Source: Climat d'Algérie, 1946

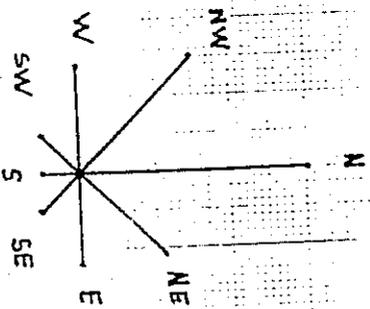
7h



13h



18h



Annexe 4

St: O. Djellal

Répartition des vents moyens annuels
par direction

Annexe 5. Bilan des eaux de surface. St: El-Kantara
Période 1968/69-1977/78
Surface du bassin versant: 1125 Km²

Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	Année
Précipitation	Période 1968/78	12	24	22	24	25	19	23	15	16	11	2	9	208
	Mensuelle 1971/72	18	17	39	19	36	1	13	17	10	15	0	7	192
Pluviosité	1971/72	1	0,71	1,77	0,79	1,44	0,05	0,57	1,13	0,63	1,36	0	0,77	0,92
Apports en hm ³	1968/69													
	1977/78	200	0,71	1,42	1,43	293	202	301	273	106	052	042	0	20
	1971/72	1,47	0,74	5,91	1,34	255	5,09	5,85	5,11	2,14	0,85	0,44	0,49	32
	Cumul	1,47	2,21	8,12	9,46	120	17,1	229	280	302	31,0	31,4	31,9	32

Débit annuel.....20 millions m³
 Module.....620 l/sec.
 Module relatif.....0,55 l/sec./Km²
 Débit minimum semi-permanent....200 l/sec.

Annexe 6. Bilan des eaux de surface. St: DJEMORAH
Période 1972/73-1977/78
Surface du bassin versant O. Abdi: 504 Km²

		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	Année
Précipitation	Période 1969-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1972/73	14	8	12	26	19	15	10	10	16	3	1	4	138
Pluviosité	1972/73	43	3	0	182	14	6	5	2	0	0	0	2	258
Débits en m ³ /sec	1972/73	307	038	0	7	0,7	0,4	0,5	0,2	0	0	0	0,5	1,86
	1977/78	1,61	0,26	0,20	0,38	0,78	0,75	1,34	1,13	0,28	0,22	0,2	0,12	0,60
	1972/73	6,91	0,90	0,18	0,44	0,77	1,28	2,32	2,40	0,32	0,37	0,47	0,11	1,64
	Cumul	6,91	7,81	7,99	8,43	9,2	10,4	12,8	15,2	15,5	15,8	16,3	16,5	16,7

Débit annuel.....19 millions m³/sec.
 Module.....600 /sec.
 Module relatif..... 11/sec./Km²

Annexe 7. Bilan des eaux de surface St: Barrage de Foul-el-Gherza O. Abiod
Surface du bassin versant 1320 Km²

		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	AT	Année
Précipitation	1913-38	28	36	43	39	40	30	42	24	36	23	7	12	360
	1947/48	9	26	8	26	67	22	38	32	16	58	0	0	302
Pluviosité	1947/48	0,32	0,72	0,19	0,67	1,68	0,73	0,91	1,33	0,44	0,25	0	0	0,84
Débits m ³	Mensuels	0,23	2,63	0,10	2,53	3,49	2,57	1,63	1,97	0,75	5,32	0,16	0,01	21,4
	Cumulés	0,23	2,86	2,96	5,49	8,98	11,5	13,9	15,1	15,9	21,2	21,3	21,4	21,4

Source: Annuaire hydrologique 1947/48.

Débit annuel.....21,4 millions m³
 Module.....680 l/sec.
 Module relatif..... 0,5 l/sec.Km²
 Débit semi-permanent.....55 l/sec.

Sigles utilisés dans le texte

AEP :	Alimentation en Eau Potable.
ANAT :	Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire.
DEMRH :	Direction des Etudes du Milieu et de Recherche Hydraulique.
DHW :	Direction de l'Hydraulique de la Wilaya.
INRH :	Institut National des Ressources Hydrauliques.
OPU :	Office des Publications Universitaires.
SAU :	Surface Agricole Utile.
SES :	Services des Etudes Scientifiques (devenu DEMRH puis INRH).

GLOSSAIRE DE TERMES GEOGRAPHIQUES ALGERIENS

Ain :	Source ou puits jaillissant.
Chott:	Lac salé de grande étendue, où aboutissent des cours d'eau ; terrain salé plus ou moins humide.
Daira:	Circonscription administrative (correspondant à l'arrondissement).
Daia:	Dépression fermée où se rassemble les eaux de ruissellement.
Deb-deb:	Sol, terrain dur ou carapace gypseuse épaisse, est très étendue et joue un grand rôle dans les Zibans.
Djebel:	Montagne.
Erg :	Massif de dunes plates.
Foum :	Bouche, entrée d'une gorge.
Hamada :	Surface horizontale constituée par l'affleurement d'une roche dure horizontale ou arasée.
Hammam :	Source thermale.
Nebkha :	Colline de sables, petite dune d'origine éolienne ou fluviatile.
Oued :	Cours d'eau temporaire.
Seguia :	Cannal d'irrigation.
Wilaya :	Circonscription administrative (correspondant au département).
Zab :	Pluriel; ZIBANS, nom donné au groupes des oasis qui se trouvent au pied des chaînes atlasiques monts du ZAb-Aurès; on divise les ZIBANS en Zab Chargui oriental et Zab Gherbi occidental.

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
1- Indice de fertilité des sols des palmeraies (Tolga, Foughala et el-Amri).....	52
2- Précipitations moyennes annuelles des différents domaines..	59
3- Caractéristique de la pluviométrie mensuelle.....	66
4- Ecart à la moyenne des précipitations annuelles.....	67
5- Précipitations annuelles fréquentielles.....	68
6- Caractéristique de la pluie annuelle (1913-1961).....	68
7- Variations réduites des précipitations.....	71
8- Moyennes mensuelles des précipitations (1913-1961).....	72
9- Répartitions saisonnières des pluies.....	72
10- Comparaison entre les données anciennes et récentes à Biskra.....	75
11- Coefficients pluviométriques en pourcentage.....	76
12- Le degré de pluviosité par mois et par fréquences.....	79
13- Les séquences pluvieuses et non pluvieuses.....	80
14- Répartition des pluies par classes d'intensité.....	83
15- Les pluies torrentielles à Biskra.....	84
16- Les nombres des pluies torrentielles.....	85
17- Les températures moyennes annuelles.....	86
18- Les températures moyennes mensuelles.....	88
19- Moyennes mensuelles des températures: maxima et minima....	89
20- Amplitudes annuelles.....	91
21- Variation des amplitudes thermiques mensuelles.....	93
22- Evaporation moyenne journalière (Piche et Colorado).....	94
23- Les valeurs des évapotranspirations potentielles à Biskra..	96
24- Les valeurs des évapotranspirations potentielles selon la formule de THORNTHWAITE.....	96
25- Moyennes annuelles des humidités relatives à Biskra.....	100
26- Evolution de la population par Daira (1977 à 1987).....	108
27- Structure de la population par tranche d'âge et sexe.....	110
28- Densité de la population par Daira.....	111
29- Secteurs d'activités par tranches.....	114
30- La répartition de l'emploi agricole.....	115
31- Récapitulatif des principaux facteurs de l'aménagement....	121
32- Evolution hydraulique globale dans le Zab Gherbi.....	160
33- Evolution des débits dans le Zab Gherbi de 1930 à 1983....	164
34- Variation de la pression de la nappe de Tolga.....	169
35- Variation des modules moyens interannuels et spécifiques..	174
36- Valeurs de l'hydraulicité à el-Kantara.....	177
37- Coefficients mensuels de débits (débits relatifs mensuels)	179
38- Coefficients de variations mensuelles.....	179
39- Déficit d'écoulement des Oueds.....	180
40- Les crues de l'Oued HAI-EL-KANTARA.....	184
41- La concentration de degré SAR au barrage de Fom-el-Gherza	189
42- Compositions chimiques des eaux d'irrigation (nappe éocène	190
43- Compositions chimiques des eaux d'irrigation (nappe phréatique).....	194

	Pages
44- Les palmeraies des Zibans.....	205
45- Les palmeraies du Zab Gherbi.....	207
46- Nombre des palmeraies dans le périmètre de Sidi Okba.....	219
47- Calendrier des cultures maraichères dans le périmètre de Sidi Okba.....	221
48- Programme d'assainissement et drainage des palmeraies.....	231
49- Répartition générale des terres dans l'ensemble de la wilaya de Biskra.....	253
50- Répartition de la superficie et nombre des palmiers par variétés dans la wilaya de Biskra.....	238
51- Production de dattes.....	239
52- Calendrier des cultures des palmiers dattiers.....	240
53- Evolution des superficies et des productions des cultures maraichères.....	242
54- Evolution des superficies et des productions des cultures industrielles.....	244
55- Répartition des superficies par groupe des spéculations et leur production dans la Wilaya de Biskra.....	247
56- Situation de livraison de matériels hydro-agricoles.....	250
57- Durée journalière d'irrigation goutte à goutte au cours des douze mois de l'année à Sidi Mahdi (Touggourt).....	259
58- Alimentation en eau potable de la ville de Biskra en 1952.....	265
69- Alimentation en eau potable de la ville de Biskra en 1986.....	270
60- Capacité de stockage.....	270
61- Alimentation en eau potable dans le milieu rural.....	273
62- Consommation en eau par unité industrielle.....	274
63- Les parcelles recensées du 31 mars 1986.....	281

LISTE DES CARTES ET FIGURES

	Pages
1- Carte de situation de la région de Biskra.....	8
2- Carte contraste structurale.....	16
3- Carte géologique de la région de Biskra.....	24
4- Les Zibans : cadre montagneux.....	33
5- Carte réseau hydrographique.....	43
6- Carte pluviométrique.....	63
7- Carte de la Wilaya de Biskra limites administratives.....	112
8- Carte des toits de la nappe de l'éocène inférieure nappe de Tolga.....	150
9- Carte hydrogéologique des Zibans.....	158
10- Piézométrie du complexe hydraulique terminal (Turonien- Sénonien-Mio-Pliocène).....	167
11- Bassin versant: O. El-Hai-Biskra et O. Abdi.....	198
12- Aïn Ben Noui : états des palmiers.....	209
13- Aïn Ben Noui : réseau hydraulique.....	210
14- Oumache : occupation des sols.....	212
15- Oumache : réseau hydraulique.....	214
16- Périmètre de Sidi Okba : système d'irrigation.....	217
17- Type d'irrigation dans les Zibans.....	226
18- Drainage et travaux d'assainissement.....	231
19- Ville de Biskra en 1952.....	264
20- Ville de Biskra en 1986.....	268
21- Terre Agricole mise en valeur.....	

Les Figures

	Pages
1- Coupe hydrogéologique schématique des différents domaines.....	17
2- Coupe géologique des Zibans A et B.....	28
3- Le piémont du Dj. Bou-Rhezal.....	38
4- Profils en long des Oueds bassin versant Djedi-Biskra.....	45
5- Courbe hypsométrique et diagramme des fréquences altimétrique bassin versant Djedi-Biskra.....	46
6- Rectangle équivalent bassin versant Djedi-Biskra.....	46
7- Critique des données pluviométriques par la methode des double-cumuls.....	61
8- Ajustement à une loi de Gauss des hauteurs annuelles des pluies St de Biskra.....	65
9- Variation interannuelle de la pluviométrie ST de Biskra et Ouled Dellal.....	69
10- Ecart à la moyenne des précipitations annuelles St Biskra et Ouled Djellal.....	70
11- Moyenne mensuelle de précipitations période 1913-1961.....	73
12- Répartition saisonnière des précipitations période 1913-1961.....	73
13- Comparaison entre les données anciennes et récentes Station de Biskra.....	77
14- Coefficient pluviométrique.....	77

	Pages
15- Les mois pluvieux et non pluvieux par fréquences.....	77
16- Composition des régimes pluviométriques.....	82
17- Température moyenne annuelle à Biskra,O.Djellal et El-Kantara.....	87
18- Variation des températures maxima et minima extrêmes à Biskra, O.Djellal et El-Kantara.....	90
19- Régime thermique à Biskra, O.Djellal et El-Kantara.....	92
20- Evaporation moyennne journalière à Biskra.....	97
21- Les valeurs de l'ETP, selon les formules TURC, BLAN-CRIDDEL THORNTHATE et BENMAN à Biskra.....	97
22- Les valeurs de l'ETP, selon la formule de THORNTHWATE.....	97
23- Variation de l'humidité relative à Biskra.....	101
24- Relation entre l'humidité relative moyenne et l'évaporation moyenne journalière à Biskra.....	101
25- Hydrogéologie générale des Zibans.....	130
26- Position des nappes.....	132
27- Coupe du sondage 124 dans l'Oued de Biskra.....	135
28- Régime de la nappe des alluvions Oued Biskra.....	138
29- Coupe hydrogéologique (nappe des calcaires).....	144
30- Limites hydrogéologiques du réservoir des calcaires.....	147
31- Essai de bilans de la nappe des calcaires.....	156
32- Les apports annuels de l'Oued Hai-EL-Kantara.....	175
33- Les débits mensuels de l'Oued Hai-EL-Kantara.....	175
34- Variation interannuelle des modules O. El-Kantara.....	178
35- Courbe des coefficients moyens des débits O. El-Kantara..	178
36- La crue d'octobre O. El-Kantara.....	183
37- Qualité des eaux d'irrigation (nappe phréatique et nappe Eocène dans le Zab Gherbi.....	193
38- Essai d'irrigation localisé à Sidi Mahdi (Touggourt).....	259
39- Irrigation localisée avec des débits de 100 l/h.....	260
40- Irrigation localisée avec des débits de 20 l/h.....	260
41- Les palmeraies des Zibans.....	289

B I B L I O G R A P H I E

Etudes, rapports et articles relatifs à la région
et le BAS-SAHARA

- Aardas et Casha, (1966):
Etude générale des possibilités de développement de l'Aurès "le milieu physiques", 7 Tome, 1966. Alger et Aix-en-provence. 175 p.
- Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, (1987) :
Problème de drainage dans la Daira de Tolga. Délégation Régionale de Biskra. Fev, 1987, 19 p.
- Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, (1986) :
Projet d'étude d'aménagement de la wilaya de Biskra. Délégation Régionale de Biskra, 1986, 192 p.
- Annuaire hydrologique de l'Algérie, (1948):
- Annuaire statistique de l'Algérie, (1981):
- Annuaire statistique des Wilayete de l'Est, (1984) :
- BALLAIS. J.L, MARRE.A et ROGNON.P, (1979):
Périodes arides du Quaternaire récent et déplacements des sables éoliens dans les ZIBANS (Algérie). Rev.de.Géol Dyn et Géog. vol 21 Fasc 2,1979,pp 97-108.
- BALLAIS. J.L, (1975):
Etude comparative des glacis des piémonts Nord et Sud des AURES.Colloque de Tours, 1975, pp 11-16.
- BISSON. J,(1983):
l'Industrie, la ville, la palmeraie au déserts: Un quart de siècle d'évolution au Sahara algérien Maghreb-Machrek Fr,n° 99, 1983, pp 5-29.

- BISSON. J, (1983):
Les villes sahariennes. Politique volontariste et particularismes régionaux: Ouargla, Beni Sguen, Temimoun. Maghreb-Machrek ,Fr,n°100,1983, pp 25-41.
- BOUCHENAKI. (1967) :
Des Hautes plaines au piémont saharien
Compte-rendu du stage. Ann.Alg.Géog . n°3, 1967 pp 119-121.
- BROCHARD. P, (1983):
Pour une irrigation rationnelle technique nouvelles. Bull.Agr.Saha,1983 n° 5, 1983, pp 9-28.
- CABOT. J, (1967):
Recherches morphologiques sur le piémont méridional de l'Aurès. Compte rendu, Trav. de Ins. géo. Univ. d'Alger,1967, 12 p.
- COLLECTIF, (1977):
l'Eau et l'agriculture dans le BAS-SAHARA algérien: l'exemple des oasis de l'Oued RHIR,du SOUF et des ZIBANS. Cahier Géogr de ROUEN , n°8, 1977, pp 3-38.
- COLLECTIF. (1978):
Les ZIBANS: Essai de mise au point. Tra. Ins. des Scien. de la Terre, Constantine (paru),1984. Rev.Rhumel ,n°1,pp 3-23.
- COLLECTIF, (1983):
Rapport préliminaire sur les essais d'irrigation localisée des palmiers dattiers à la Station expérimentale de SIDI MAHDI (Touggourt). Algérie. Bull.Agr.Saha , 1983, 5, pp 29-60.
- CORNET. A, (1964):
Introduction à l'Hydrogéologie Saharienne. Rev.géog.phy.et géol.dyn . vol, 6 Fasc 1, 1964. Paris-Masson pp 5-72.
- COTE. M, (1977):
Révolution agraire et sociétés agraires: le cas de l'Est Algérien. In: "Problèmes Agraires au MAGHREB". C.R.E.S.M. ed, C.N.R.S, 1977. pp 173-184.

- DAVIE. M.E et MARRE. A, (1977):
Le piémont sud du DJ.BOU-RHEZAL
"Observations et levés de reconnaissance
géomorphologiques. Tra. Ins. Scie. de la
Terre. Univ. Constantine, 1977, 10 p.
- Direction des Etudes du Milieu et de Recherche
Hydraulique, (1973):
Note de synthèse sur l'étude hydrogéologi-
que de la région de l'Oued Djedi
Biskra, DEMRH, 1973. Alger, 48 p.
- Direction de l'Hydraulique de BISKRA, (1984):
Dossier Hydro-agricole de la Wilaya de
BISKRA. Août, 1984, 68 p.
- DUBIEF. J, (1959):
Le climat du Sahara. Tome I, -Mémoire
hors série- Univ. d'Alger. Trav
Ins.Rech.Saha , Alger, 1 vol, 1959, 312 p.
- DUBIEF. J, (1963):
Le climat du Sahara. Tome II, Fascicule
I, -Mémoire, hors série-, Univ, Alger
Trav.Ins.Rech.Saha , Alger 1 vol, 1963, 275
- DUBOST. D, (1983) a:
Note pour une nouvelle stratégie de
développement agricole des régions
sahariennes. Bull.Agr.Saha , 1983, 5, pp 1-8.
- DUBOST.D, (1983) b:
Contribution à l'amélioration de
l'utilisation agricole des eaux chaudes
du continental intercalaire (Albien) dans
la cuvette du Bas-sahara algérien.
Bull.Agr.Saha , 1983, 5, pp 61-109.
- DUBOST.D et DUBOST.G, (1983):
Méthode pratique pour le calcul de
l'évapotranspiration au Sahara algérien.
Bull.Agr.Saha , 1983, 5, pp 111-142.
- DUBOST.D, (1986) :
Nouvelles perspectives agricoles du Sahara
Algérien. In: BADUEL (PR) ed, Désert et
montagne. Rev.de l'Occident musulman et
méditerranéen , Fra, (paru) 1987, n°41-42,
pp 339-356.
- DUBOST.D, (1992) :
Aridité, agriculture et développement : le
cas des Oasis algériennes. Sécheresse , Fr
1992, 3, n°2, pp 85-96.

- Fiches des renseignements, (1983) :
Production et dotation d'eau potable pour
la période 1982-1984 par commune,
Direction Hydraulique de la Wilaya de
BISKRA, 1983, 12 p.
- GOUSKOV.N, (1962):
Note explicative de la carte géologique de
la région de BISKRA. 1/200.000 Service
Géolo, 1962, Alger, 12 p.
- GRENET.B, (1966):
Nappe de TOLGA. Service des Etudes
Scintifiques, Birmandriès, 1966, Alger, 20 p.
- IFRAGRARIA, (1966):
Etude de l'aménagement de la palmeraie de
SIDI OKBA, 1 vol , 1966. Alger, 190 p.
- Institut National de Recherche Agronomie, (1967):
Analyse chimique de l'eau et des sols
"Etude des terrains typiques de la région
de BISKRA" Station expérimentale d'AIN BEN
NAOUI, 1967, 22p.
- Institut National de Recherche Agronomie, (1978):
Développement et perspectives d'avenir de
la palmeraie algérienne INRA, 1978. Alger,
55 p.
- Institut National des Recherches Hydrauliques, (1981) :
Note explicative de la carte
hydrogéologique de Biskra. INRH, Alger, 10p.
- LACARPENTIER. C, (1975):
l'Evapotranspiration potentielle et ses
implications géographiques. Ann.géog n°463
464, LXXXIV année mai-juin, 1975, 257-274
et 385-414.
- LAFFITTE. R, (1961)
A propos "des ressources hydrauliques du
Sahara" Trav.Ins.Rech.Sahar , Alger, txx,
1961, pp 247-254.
- LAMROUS. R, (1980):
l'Eau d'Alimentation en Algérie "Problèmes
actuels". Office des Publications
Universitaires. 1980. Alger, 40 p.

- MAMOU. A, (1986):
Ressources hydrogéologiques et développement agricole dans le Sud Tunisien. In: Enjeux sahariens. Paris, Ed C.N.R.S,1984 C.R.E.S.M. pp 267-274.
- MAUGET. G, (1967):
Etude de la nappe de TOLGA. Etude du Service de Etudes Scientifiques, Birmandriès, Alger, Déc, 1967, 36 p.
- Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, (1967):
Note sur l'Oued M'lili, région de Tolga, 1967. Alger, 20 p.
- Ministère de la Planification et de l'Aménagement du Territoire, (1985):
Rapport général du "deuxième plan quinquennal (1985-1989), Janv, 1985, Alger, 165 p.
- MORE. G, (1967):
Note sur la situation hydro-agricole de l'arrondissement de Biskra. Génie Rural et Hydro-agricole, BISKRA, Oct, 1967, 19 p.
- NESSON. C, (1965):
Structure agraire et évolution sociale des dans les oasis de l'Oued Rhir. Trav. Ins. Rech. Saha .t, XXIV, 1965, pp 85-127.
- NESSON. C, (1978):
L'Evolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas-Sahara algérien in MEMOIRES et DOCUMENT , CNRS. Paris, 1978 pp 7-98.
- PERENNES. J.J, (1985):
La politique hydro-agricole de l'Algérie "données actuelles et principales contrantes" Maghreb-Machrek , n°19, 1985, pp 57-73.
- PERENNES. J.J, (1986):
Le devenir de l'agriculture saharienne: "Nature et enjeux de quelques projets récents de mise valeur". In: Enjeux saharien. Paris. Ed. du CNRS, 1984. C.R.E.S.M. pp 253-265.
- ROGNON. P, (1954):
La basse vallée de l'Oued ABDI (Aurès). Trav. Ins. Rech. Saha , Alger, tx, 1954, pp 79-93

- SAVORNIN. J, (1925):
Etude sur les ressources hydrologique du
ZAB CHERGUI "BISKRA" Service de carte
géologie. Alger,1925, 22p.
- Service des Etudes Scientifiques, (1971) :
Etude sur l'exploitation des eaux
souterraines de l'Oued Biskra. S.E.S
Birmandiès, Alger, 1971 20 p.
- Société Centrale pour l'Equipement du Territoire-Coop,(1968)
Un exemple de calcul de la régularisation
des écoulements d'un bassin versant par un
réservoir souterrain (Service des Etudes
Scientifiques) Birmandriès,Alger, 22 p.
- Société Centrale pour l'Equipement du Territoire-Coop, (1972)
Mise en valeur des palmeraies de la
région de TOLGA. DEMRH, Alger, Mai,
1972, 120 p.
- Service Colonial de l'Hydraulique, (1952):
Notice descriptive pour l'amélioration de
l'alimentation en eau potable de la ville
de BISKRA. Service Colonial de
l'Hydraulique de Biskra, 1952, 8 p.
- Séries Statistiques, (1984):
l'Evolution de l'agriculture. n01-2, 1984
(Office Nationaldes Statistiques), Alger,
95 p.
- TAIB. M, (1972):
Le périmètre d'irrigation de SIDI OKBA:
"Problème et perspective d'aménagement"
Colloque de Ouargla. Alger, mai, 1972, pp
35-42.
- UNESCO, (1957):
Utilisation des eaux salines: compte
rendu de recherche, 1957. Paris, 107 p.
- UNESCO, (1972):
Etude des ressources en eau du Sahara
septentrional Algérie-Tunisie "Rapport
sur les résultats du projet REG-100, Paris
1972, 78 p.
- UNESCO, (1978):
l'Irrigation des terres arides dans les
pays en développement et ses conséquences
sur l'environnement "Notes techniques" du
MAB, Unesco, 1978, Paris, 67 p.

Ouvrages généraux et des thèses

- ANSAR. A, (1987):
Etagement de la végétation et du climat en AURES ORIENTAL. Thèse du Magister, Univ, Constantine, 1987, 280 p.
- BADUEL. A.F, (1977):
l'Eau, basse d'aménagement dans le gouvernorat de Gabès . Thèse de 3e cycle Paris, VII, 395 p.
- BALLAIS. J.L, (1981):
Recherches géomorphologiques dans l'AURES (ALGERIE). Thèse doctorat Es-lettres, Paris I, 575 p.
- BELAALA. S et ANSAR. A, (1980):
Les précipitations dans l'Est Algérien. Mémoire D.E.S. Ins.Scien. de la Terre. Univ. de Constantine. Juin, 1980, 80 p.
- BETHEMONT. J, (1977):
De l'eau et des hommes. Paris, Bordas, 1977, 280 p.
- BOUCHAMA. A, (1984):
l'Oasis géante. Enal, Alger, 151 p.
- CASTANY. G et MARGAT.J, (1977):
Dictionnaire français d'hydrologie. BRGM Orléans, 1977, 247 p.
- CASTANY. G, (1982):
Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Paris, Bordas, 1982, 237 p.
- CONAC. F, (1978):
Irrigation et développement agricole. "l'exemple des pays méditerranéens et danubiens" (ed) SEDES, C.D.U, 291 p.
- COTE. M, (1983):
l'Espace Algérien, Les prémices d'un aménagement. ed: Office des Publications Universitaires, Alger, 277 p.
- COTE. M, (1988) :
L'ALGERIE ou l'espace retourné. ed : FLAMMARION, Paris, 359p.

- DALLONI. M, (1939):
Géologie appliquée de l'Algérie.
Alger, Masson et Cie.
- DEZERT. J et FRECAUT. R, (1978):
l'Economie des eaux continentales:
Aménagement et environnement. Paris,
C.D.U-S.E.D.E.S, 185 p.
- DISPOIS. J et RAYNAL. R, (1967):
Géographie de l'Afrique du Nord-Ouest.
Payot, Paris, 571 p.
- DRESCH. J, (1982):
Géographie des régions arides. I.P.U.F,
Paris. 1982, 271 p.
- DUBIEF. J, (1953):
Essai sur l'hydrologie superficielle au
Sahara. Thèse science, Alger, 457 p.
- DUBOST. D, (1992):
Ecologie, Aménagement et Développement
Agricole dans les Oasis Algériennes,
Doctorat nouveau régime 1992 Univ, de
TOURS, 459 p.
- DURAND. J.H, (1954):
Les sols d'Algérie. Alger, 1954, 245 p.
- DURAND. J.H, (1988):
Arrêter le désert. (ed) Bodin. Paris, in
Technique vivante, 418 p.
- ERHARD-CASSEGIN. A et MAGAT. J, (1983):
Introduction à l'économie générale de
l'eau. Paris-Masson, 1983, 352 p.
- ESTIENNE. P et GODARD. A, (1970):
Climatologie. Armand collin, Paris, 340 p.
- FURON. R, (1964):
Le Sahara: "géologie, ressources minérales
Paris-Payot (2ed), 313 p.
- GUIRAUD. R, (1973):
Evolution Post-triasique de l'avant-pays
de la chaîne Alpine en l'Algérie d'après
l'étude du bassin du HODNA et des régions
voisines. Thèse Sciences, Nice, 270 p.

- HALIMI. A, (1980):
L'Atlas blidéen, climats et étages
végétaux. ed: O.P.U. Alger, 523 p.
- HALITIM. A, (1988):
Sols des régions arides d'Algérie. ed
O.P.U. Alger, 361 p.
- KEBICHE. M, (1986):
Le bassin versant du HODNA (Algérie),
Ressources en eau et possibilité
d'aménagement. Thèse de 3e cycle Univ,
Nancy II 281 p.
- LAFFITTE. R, (1939):
Etude géologique des AURES. Thèse
Sciences Alger, 484 p.
- LAOUAMRI. A, (1984):
Aménagement hydraulique et irrigation,
l'AURES et ses bordures face au
développement. Thèse de 3e cycle Univ-
Nancy II 197 p.
- LERY. F, (1982):
l'Agriculture au MAGHREB ou pour une
agronomie méditerranéenne. collection,
T.A.P.M.(ed) G.B Maisonneuve et La rose,
Paris, 338 p.
- LOUP. J, (1974):
Les eaux terrestres. Paris-Masson, 171 p.
- MADJARAB. A, (1988):
Etude de l'évapotranspiration potentielle
et ses influences sur les tapis végétaux
ed: O.P.U en Arabe , Alger 152 p.
- MEBARKI. A, (1982):
Le bassin du Kébir-Rhumel (Algérie)
"Aménagement des ressources en eau"
Thèse de 3e cycle Univ-Nancy II 304 p.
- MESSAHEL. M, (1988):
l'Irrigation au goutte à goutte (régime
d'irrigation), O.P.U, Alger, 399 p.
- PERENNES. J.J, (1979):
Structures agraires et colonisations
"Les Oasis de l'Oued RHIR (Algérie)
ed: O.P.U, Alger, 368 p.

- REMENIEFRAS. G, (1980):
l'Hydrologie de l'ingénieur. Paris (ed)
Eyrolles, 453 p.
- ROCHE. M, (1963):
Hydrologie de surface. Paris, Gauthier-
villars, 430 p.
- ROUVILLOIES-BRIGL. M, (1975):
Le pays d'Ouargla, variation et
organisation d'un espace rural en milieu
désertique. Paris-sorbonne, 389 p.
- SAMSOEN. L.M, (1941):
Les eaux souterraines dans le territoire
sud (Algérie). Thèse pour le doctorat en
droit , Alger, 155 p.
- SARY. M, (1976):
Géographie physique d'une Haute plaine
steppique algérienne: le Hodna.
Thèse de 3e cycle, Strasbourg ,284 p.
- SELTZER. R, (1946):
Le climat de l'Algérie. Ins.Mét et Phy du
globe. Univ. d'Alger, 219 p.
- TOUATI. B, (1986):
Les potentialités hydriques et la
phoeniciculture dans la vallée de l'Oued
Righ (le Bas-Sahara algérien). Thèse de
3e cycle, Univ,Nancy II 275 p.
- ZINE. S, (1985):
Un espace oasien: la palmeraie de TOLGA.
Mémoire de D.E.S.S, Montpellier III, 64 p.

Cartes des base :

Cartes topographiques :

- au 1/50.000 (Biskra, Sidi Okba, Ourlal et Tolga).
- au 1/200.000 4 planches (Biskra, Batna, Khanchela et Zerbet-el-Oued).

Cartes géologiques et hydrogéologiques :

- au 1/200.000 Cartes géologique (Biskra et l'Aurès).
- au 1/200.000 Carte hydrogéologique de Biskra.

Carte pluviométrique de l'Algérie (1913-1963), établie par
CHAUMONT. M et PAQUIN. C en 1971.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

PREMIERE PARTIE

LES CARACTERES PHYSIQUES ET LES POTENTIALITES HUMAINES
ET ECONOMIQUES

<u>CHAPITRE I</u>	<u>LE CONTEXTE GEO-STRUCTURAL DE LA REGION DE BISKRA</u>	14
I -	<u>UN CADRE STRUCTURAL CONTRASTE</u>	15
A -	<u>LE DOMAINE ATLASIQUE</u>	15
	1- <u>La sédimentation du domaine atlasique</u>	18
	2- <u>La tectonique du domaine atlasique</u>	21
	3- <u>L'évolution récente du domaine atlasique</u>	22
B -	<u>LE DOMAINE SAHARIEN</u>	26
	1- <u>La sédimentation du domaine saharien</u>	26
	2- <u>La tectonique du domaine saharien</u>	29
	3- <u>L'évolution récente du domaine saharien</u>	29
II -	<u>UN RELIEF EGALEMENT CONTRASTE</u>	32
	1- <u>Le cadre montagneux de la région</u>	32
	2- <u>Le piémont</u>	35
	3- <u>La plaine</u>	37
III -	<u>LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE</u>	41
	1- <u>Bassin versant: O. Djedi-Biskra</u>	41
	2- <u>La forme du bassin et les profils en long</u>	44
IV -	<u>LES APTITUDES HYDROLOGIQUES ET AGRICOLE</u>	47
	1- <u>Qualité des différents terrains</u>	47
	2- <u>Aperçu sur la pédologie aptitude et agricole</u>	50
	Conclusion	55

CHAPITRE II -	LES CONDITIONS CLIMATIQUES	56
I-	LES PRECIPITATIONS	59
A -	CRITIQUES DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES	60
	1- <u>Des faibles précipitations</u>	62
	2- <u>Carte des isohyètes</u>	62
B -	L'ANALYSE DE LA PERIODE (1913/14-1960/61)	64
	1- Les précipitations annuelles.....	64
	2- L'irrégularité interannuelle	66
	3- La répartition des pluies mensuelles et saisonnières	71
	3-1- Les pluies mensuelles.....	71
	3-2- La répartition saisonnière.....	72
C -	L'ANALYSE DE LA PERIODE (1969/70-1982/83)	75
	1- Répartition temporelle.....	76
	2- Variation systématique des pluies suivant les mois..	78
	3- Décomposition du régime pluviométrique.....	81
	4- Les pluies torrentiels.....	83
II -	LES DONNEES THERMIQUES	86
A -	LA TEMPERATURE	86
	1- La température moyenne annuelle.....	86
	2- Les températures moyennes mensuelles, maximum et minimum.....	88
	a- Températures moyennes mensuelles.....	88
	b- Les maxima et minima.....	89
B -	LES AMPLITUDES THERMIQUES	91
	1- L'amplitude thermique annuelle.....	91
	2- Les amplitudes thermiques mensuelles.....	91
C -	EVAPORATION ET EVAPOTRANSPIRATION	93
	1- Evaporation	93
	2- Evapotranspiration potentielle	94
III -	AUTRES FACTEURS CLIMATIQUES	98
A -	LES VENTS	98
	1- Répartition annuelle des vents	98
	2- Le Sirocco	99

B - <u>L'HUMIDITE RELATIVE MOYENNE</u>	99
Conclusion	102
<u>CHAPITRE III - LES POTENTIALITES HUMAINES ET ECONOMIQUES</u> .	104
I - <u>LA POPULATION</u>	105
A - <u>REPARTITION DE LA POPULATION</u>	105
1- Milieu urbain	106
2- Milieu rural	107
B - <u>EVOLUTION DE LA POPULATION</u>	108
C - <u>STRUCTURE DE LA POPULATION</u>	109
D - <u>REPARTITION DE LA POPULATION PAR COMMUNE</u>	111
II - <u>ASPECT ECONOMIQUE</u>	113
A - <u>UNE POPULATION TRADITIONNELLEMENT AGRICOLE</u>	113
B - <u>LES TRANCHES D'ACTIVITE ECONOMIQUES</u>	114
1- le secteur agricole	115
2- le secteur secondaire	116
Conclusion	118
<u>CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE</u>	119

DEUXIEME PARTIE

LES RESSOURCES EN EAUX

INTRODUCTION.....	123
<u>CHAPITRE I</u> <u>LES EAUX SOUTERRAINES</u>	125
I - <u>GENERALITE</u>	126
A - <u>APERÇU HISTORIQUE DES ETUDES D'HYDROGEOLOGIE</u> <u>DANS LES ZIBANS</u>	126
B - <u>HYDROGEOLOGIE DES ZIBANS</u>	129
II - <u>LES NAPPES D'EAU SOUTERRAINES</u>	131
A - <u>LES NAPPES PHREATIQUES</u>	133
1- Répartition spatiale	133
2- La nappe des alluvions de l'Oued BISKRA	134
1- Caractéristique de la nappe	136
2- Alimentation de la nappe	137
3- Régime de la nappe	137
1- Période de basses eaux	137
2- Période de hautes eaux	139
B - <u>LES NAPPE PROFONDES</u>	139
1- LA NAPPE DES SABLES	139
2- LA NAPPE DU CONTINENTAL INTRECALAIRE	141
3- LA NAPPE DES CALCAIRES EOCENE INFERIEUR "NAPPE DE TOLGA".....	142
1- Géologie du gîte aquifère	143
2- Extension horizontale du gite aquifère	145
"Calcaires"	
1- Limite géographique	145
2- Limite hydrogéologique	146
3- Caractéristiques physiques du réservoir	148
4- Structure du toit des calcaires	149
5- Fonctionnement du réservoir des calcaires	151

5-1- Ecoulement et régime de la nappe	151
2- Alimentation de la nappe	152
6- Estimation d'un essai de la nappe	154
II - <u>L'EVOLUTION HYDRAULIQUE DES ZIBANS</u>	160
A - <u>LA SITUATION GENERALE DANS LE ZAB GHERBI</u>	160
1- La situation des palmeraies (1930 à 1967)	161
2- La situation des palmeraies (1973 à 1983)	163
B - <u>LES PROBLEMES POSES PAR L'EVOLUTION HYDRAULIQUES</u>	165
1- La disparition de l'artésianisme	165
2- La situation dans la palmeraies	166
C - <u>LES POMPAGES ET LEURS CONSEQUENCES</u>	168
<u>CHAPITRE II</u> <u>LES EAUX DE SURFACE</u>	171
I - <u>ECOULEMENTS MOYENS INTERANNUELS</u>	173
A - <u>DEBITS MOYENS: Débits spécifiques et hauteur de la lame d'eau écoulée</u>	173
1- Débits moyen	173
2- Débits spécifiques	173
3- Hauteur de la lame d'eau écoulées	174
B - <u>L'IRRIGULARITE INTERANNUELLE ET INTERMENSUELLE DES DEBITS</u>	176
1- Coefficients d'hydraulicité	176
2- Coefficients mensuels des débits (ou débits relatives mensuels).....	177
3- Coefficients de variations	179
C - <u>DEFICITS ET COEFFICIENTS D'ECOULEMENT</u>	180
D - <u>DISPONIBILITES ANNUELLES EN EAU DE SURFACE</u>	182
II - <u>LES CRUES</u>	182
Conclusion	185

<u>CHAPITRE III</u>	<u>ANLYSE CHIMIQUE DES EAUX</u>187
I -	<u>L'ANALYSE DES EAUX DE SURFACE</u>188
II-	<u>L'ANALYSE DES EAUX SOUTERRAINES</u>190
	1- LA nappe Eocène190
	2- La nappe phréatique191
<u>CONCLUSION</u>	<u>DE LA DEUXIEME PARTIE</u>195

TROISIEME PARTIE

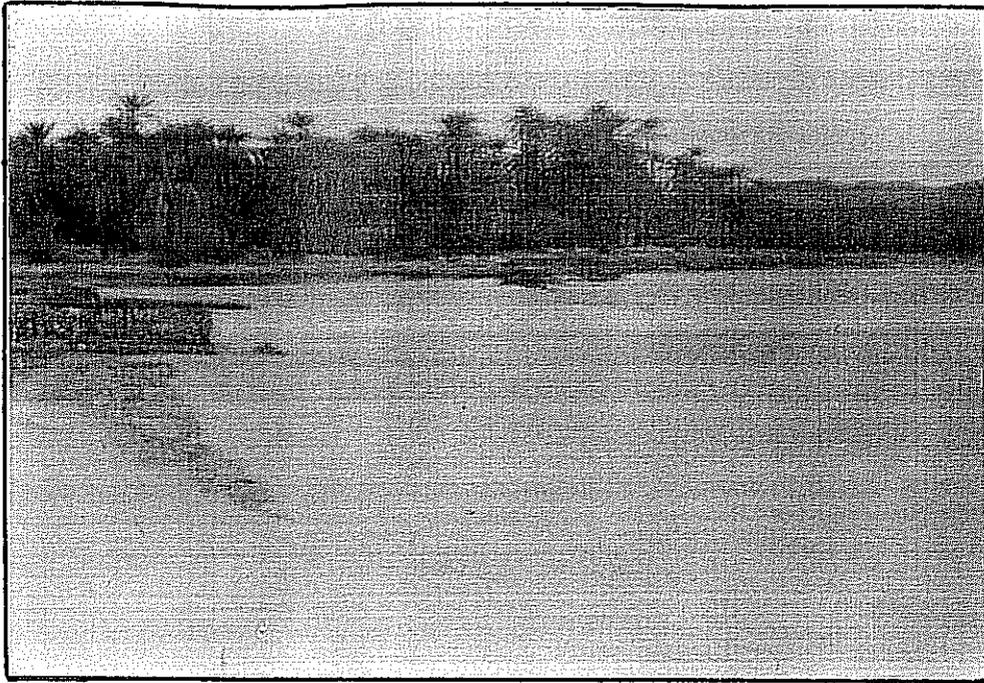
L'AMENAGEMENT AGRICOLE ET L'EAU

INTRODUCTION.....	200
<u>CHAPITRE I</u> <u>L'EAU DANS L'ESPACE OASIEN</u>	202
I - <u>LA REPARTITION SPATIALE DES OASIS DES ZIBANS</u>	204
A - <u>LES PALMERAIES DU ZAB GHERBI</u>	207
1- La palmeraie d'Ain Ben Naoui.....	208
2- La palmeraie d'Oumache.....	211
B - <u>LES PALMERAIES DU ZAB CHERGUI</u>	216
1- Les système d'irrigation	216
2- L'occupation du sol	219
II - <u>L'EAU DANS LES PALMERAIES</u>	222
A - <u>LES RESSOURCES EN EAU UTILISEES</u>	222
1- Les eaux de surface	222
2- Les eaux souterraines	225
B - <u>LE RESEAU DE DISTRIBUTION ET LE DRAINAGE</u>	226
1- Le réseau de séguias.....	226
2- La répartition des eaux.....	228
C - <u>LE DRAINAGE</u>	230
<u>CHAPITRE II</u> <u>L'ECONOMIE AGRICOLE</u>	234
I <u>LES CULTURES IRRIGUEES</u>	236
A - <u>LES CULTURES DE PALMIERS-DATTIERS</u>	237
1- La répartition et la production.....	237
2- Le travail du palmier-dattier.....	239

B -	<u>LES CULTURES SOUS-JACENTES</u>	241
	1- Les cultures maraichères	242
	2- Les cultures industrielles	243
	3- Les cultures céréalières et fourragères	245
II	<u>LA PRODUCTION AGRICOLE ET LES PROBLEMES ACTUELS</u>	246
A -	<u>LA PRODUCTION GLOBALE ET LA COMMERCIALISATION</u>	246
	1- Le bilan de la production	246
	2- La commercialisation des dattes	248
B -	<u>LES PROBLEMES ACTUELS</u>	249
	1- L'équipement	249
	2- La main-d'oeuvre agricole	251
	3- Les inconvénient de l'hydraulique	252
	4- Les faiblesses rendements	253
CHAPITRE III	<u>LES BESOINS EN EAU</u>	255
I -	<u>LES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION</u>	257
A -	<u>L'IRRIGATION LOCALISEE A PETIT DEBIT (goutte à goutte)</u>	257
B -	<u>L'IRRIGATION LOCALISEE A GROS DEBIT (rampes perforées)</u>	259
II -	<u>LES BESOINS EN EAUX POTABLES ET INDUSTRIELLES</u>	264
A -	<u>LES BESOINS EN EAU POTABLE EN MILIEU URBAIN</u>	264
	1- L'alimentation de Biskra en 1952	265
	2- L'alimentation actuelle de Biskra	267
B -	<u>LES BESOINS EN EAU POTABLE EN MILIEU RURAL</u>	271
	1- Le Zab Gherbi	271
	2- Le Zab Chergui	272
C -	<u>LES BESOINS EN EAU INDUSTRIELLE</u>	274
CHAPITRE IV	<u>AMENAGEMENT ET PERSPECTIVES AGRICOLES</u>	276
I -	<u>L'EXTENTION DES AMENAGEMENTS</u>	278
A -	<u>LES CONTRAITES DU MILIEU NATUREL</u>	278
B -	<u>L'EVOLUTION DE LA PROPRIETE FONCIERE</u>	280
C -	<u>L'EXPLOITATION SPECIALISEE</u>	282

II - <u>LA MISE EN OEUVRE DES TECHNIQUES AGRICOLES</u>	283
A - <u>LES TECHNIQUES D'IRRIGATION</u>	283
B - <u>L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'EAU D'IRRIGATION</u>	284
C - <u>LA LUTTE CONTRE LA MALADIE</u>	286
D - <u>LA FORMATION DES AGRICULTEURS</u>	287
Conclusion de la troisième partie.....	288
<u>C O N C L U S I O N</u> <u>G E N E R A L E</u>	292
ANNEXES	297
SIGLES UTILISES DANS LE TEXTE	302
GLOSSAIRE DE TERMES GEOGRAPHIQUES ALGERIENNES.....	302
LISTES DES TABLEAUX.....	303
LISTE DES FIGURES ET CARTES.....	305
BIBLIOGRAPHIE.....	307
TABLE DES MATIERES.....	317

Photo. 1



La conséquence des crues violentes de l'Oued Biskra :

- 1- la crue à l'amont de la ville
- 2- on voit un camion a été emporté par une crue (mars, 1986)

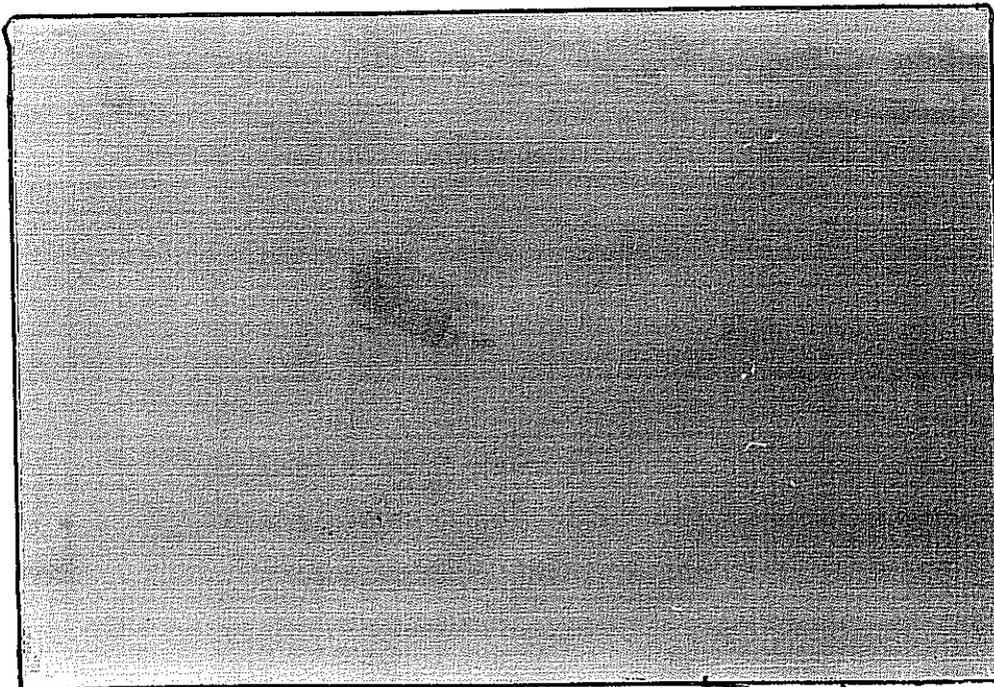
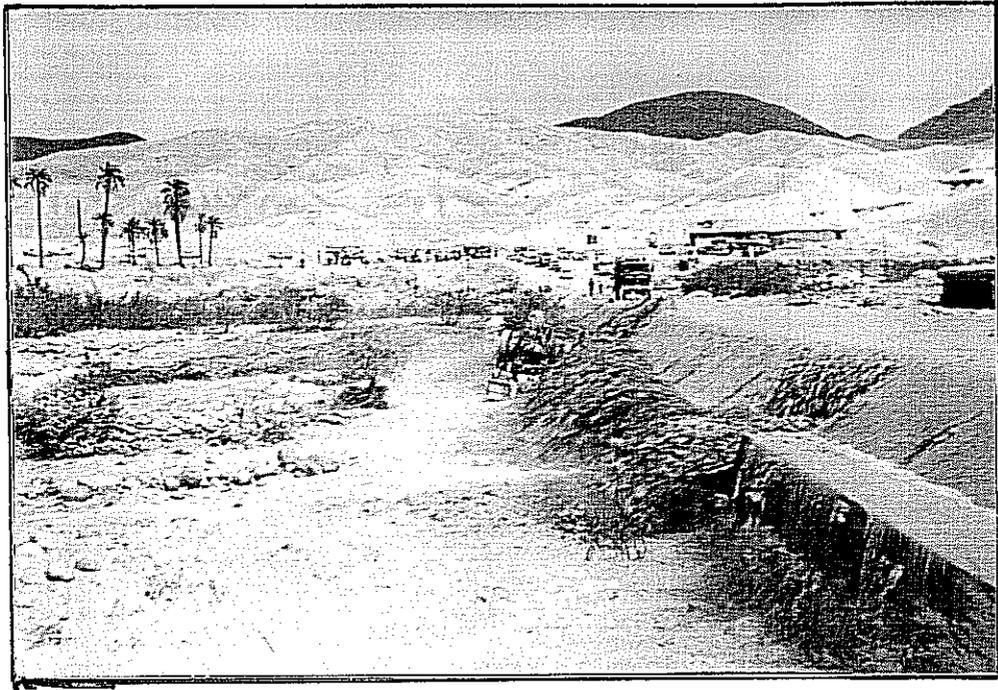


Photo 2

Photo 3



Oued Abdi (Djemorah): un écoulement rare, mais les crues sont violentes.

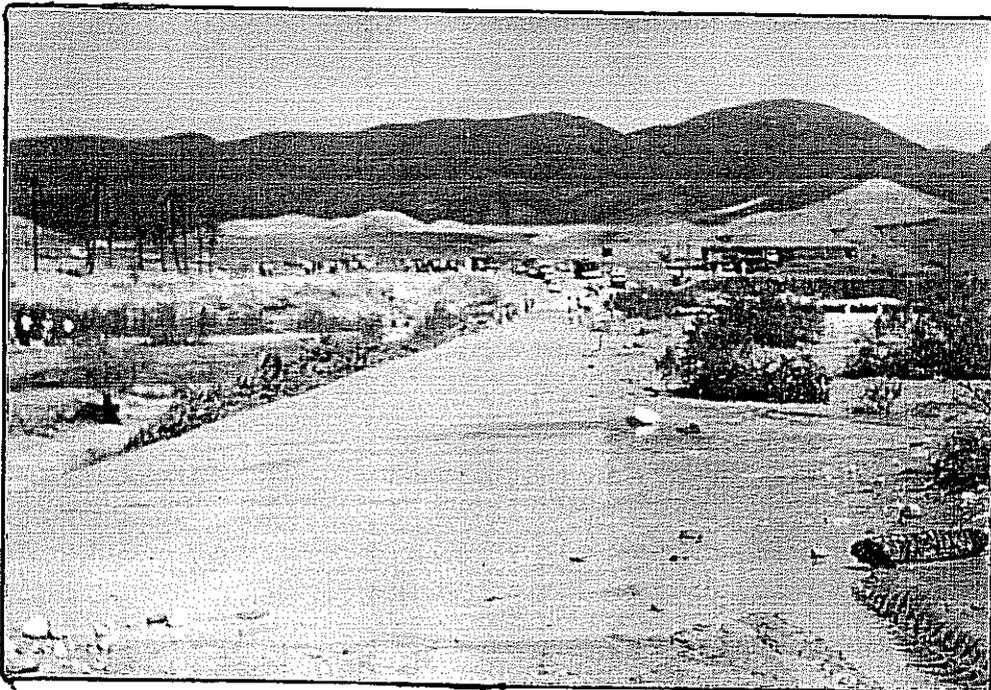


Photo 4



La région des Zibans, située au pied des montagnes qui s'étendent de part et d'autre de Biskra, constitue une région présaharienne. Au Nord du Bas-sahara les Zibans sont des oasis de piémont.

Structurellement, la région des Zibans constitue un contact entre deux domaines morpho-structuraux nettement différents: l'Atlas saharien et le Sahara.

Le climat de la région est influencé par un climat semi-aride à tendance méditerranéenne qui règnent sur les Hautes plaines et l'Atlas Saharien et les influences du climat désertique du Sahara.

Favorisée par sa position au pied des reliefs atlasiques, cette région est une exception dans le Bas-sahara du fait qu'elle utilise les eaux de surface et les eaux souterraines.

Ces facteurs physiques expliquent la nette opposition dans la répartition des palmeraies entre le ZAB CHERGUI oriental et le ZAB GHERBI occidental.

Les Mots-Cles:

ZIBANS - ZAB CHERGUI - ZAB GHERBI - PALMERAIES -
PALMIER-DATTIER - OASIS - BAS-SAHARA - SAHARA - MONTS DU ZAB -
AURES - ATLAS SAHARIEN - RESSOURCES EN EAUX - EAU DE SURFACE -
EAU SOUTERRAINES - IRRIGATION - AMENAGEMENT - DRAINAGE.